



Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники



РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ



РАДИОКОНСТРУКТОРСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ



ФАКУЛЬТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ



ФАКУЛЬТЕТ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ



ГУМАНИТАРНЫЙ
ФАКУЛЬТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ
БЕЗОПАСНОСТИ



ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



ЮРИДИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ



ЗАОЧНЫЙ И ВЕЧЕРНИЙ
ФАКУЛЬТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ
ДИСТАНЦИОННОГО
ОБУЧЕНИЯ



**ВЫБИРАЙ БУДУЩЕЕ,
ВЫБИРАЙ ТУСУР!**

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, каб. 129
Телефон/Факс: (3822) 900-100

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

Информационный центр абитуриента: abiturient.tusur.ru



TUSUR

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2017

Посвящена 55-летию ТУСУРа



**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
10–12 мая 2017 г. (в восьми частях)**

Часть 8

г. Томск

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

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2017

Материалы
Международной научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2017»,
посвященной 55-летию ТУСУРа

10–12 мая 2017 г., г. Томск

В восьми частях

Часть 8

В-Спектр
2017

УДК 621.37/.39+681.518 (063)

ББК 32.84я431+32.988я431

Н 34

Н 34 Научная сессия ТУСУР–2017: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 55-летию ТУСУРа, Томск, 10–12 мая 2017 г.: в 8 частях. – Томск: В-Спектр, 2017 – Ч. 8. – 222 с.

ISBN 978-5-91191-353-3

ISBN 978-5-91191-361-8 (Ч. 8)

Материалы Международной 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

ISBN 978-5-91191-353-3

ISBN 978-5-91191-361-8 (Ч. 8)

© Том. гос. ун-т систем управления
и радиоэлектроники, 2017

**Международная
научно-техническая конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2017»,
посвященная 55-летию ТУСУРа
10–12 мая 2017 г.**

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- Шелупанов А.А. – председатель Программного комитета, ректор ТУСУРа, директор Института системной интеграции и безопасности, председатель правления Томского профессорского собрания, проф., д.т.н.;
- Мещеряков Р.В. – заместитель председателя Программного комитета, проректор по научной работе и инновациям ТУСУРа, зав. каф. БИС, проф., д.т.н.;
- Агеев Е.Ю., начальник научного управления, к.и.н.;
- Бабур-Карателли Г.П., к.т.н., PhD (TU Delft), научный сотрудник каф. ТОР ТУСУРа;
- Беляев Б.А., зав. лаб. электродинамики и СВЧ-электроники Ин-та физики СО РАН, д.т.н., г. Красноярск;
- Васильковская Н.Б., доцент каф. экономики, к.э.н.;
- Голиков А.М., доцент каф. РТС, к.т.н.;
- Грик Н.А., зав. каф. ИСР, проф., д.и.н.;
- Давыдова Е.М., декан ФБ, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.;
- Демидов А.Я., зав. каф. ТОР, доцент, к.ф.-м.н.;
- Дмитриев В.М., зав. каф. МиСА, проф., д.т.н.;
- Дробот П.Н., доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.;
- Еханин С.Г., проф. каф. КУДР, доцент, д.ф.-м.н.;
- Заболоцкий А.М., доцент каф. ТУ, к.т.н.;
- Зариновская Н.В., доцент каф. ЭМИС, к.ф.-м.н.;
- Исакова А.И., доцент каф. АСУ, доцент, к.т.н.;
- Карателли Д., PhD (Sapienza University of Rome), технический директор компании «The Antenna Company Nederland B.V.»;
- Карташев А.Г., проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н.;
- Катаев М.Ю., проф. каф. АСУ, д.т.н.;
- Коцубинский В.П., зам. зав. каф. КСУП, доцент каф. КСУП, к.т.н.;
- Лоцилов А.Г., зав. каф. КУДР, начальник СКБ «Смена» ТУСУРа, к.т.н.;
- Лукин В.П., зав. лаб. когерентной и адаптивной оптики ИОА СО РАН, почетный член Американского оптического общества, д.ф.-м.н., проф., г. Томск;
- Малюк А.А., проф. каф. «Кибербезопасность» НИЯУ МИФИ, к.т.н., г. Москва;
- Малютин Н.Д., начальник ОПП ТУСУРа, проф., д.т.н.;
- Михальченко Г.Я., директор НИИ ПрЭ, проф., д.т.н.;
- Мицель А.А., проф. каф. АСУ, д.т.н.;
- Мозгунов А.В., начальник ОНИР;
- Озеркин Д.В., декан РКФ, доцент, к.т.н.;
- Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ, доцент, к.филос.н.;
- Пустынский И.Н., проф. каф. ТУ, заслуженный деятель науки и техники РФ, д.т.н.;
- Разинкин В.П., проф. каф. ТОР НГТУ, д.т.н., г. Новосибирск;

- Семенов Э.В., проф. каф. РЗИ, доцент, д.т.н.;
- Сенченко П.В., декан ФСУ, доцент каф. АОИ, к.т.н.;
- Суслowa Т.И., декан ГФ, зав. каф. ФиС, проф., д.филос.н.;
- Троян П.Е., зав. каф. ФЭ, проректор по учебной работе, проф., д.т.н.;
- Хаминов Д.В., зав. каф. ТП, зам. декана ЮФ, к.и.н.;
- Хоdашинский И.А., проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.;
- Шарангович С.Н., проф., зав. каф. СВЧиКР, к.ф.-м.н.;
- Шарыгин Г.С., проф. каф. РТС, д.т.н.;
- Шостак А.С., проф. каф. КИПР, д.т.н.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

- Мещеряков Р.В., проректор по научной работе и инновациям ТУСУРа, зав. каф. БИС, проф., д.т.н.;
- Агеев Е.Ю., начальник научного управления, к.и.н.;
- Коротина Т.Ю., заведующая аспирантурой и докторантурой, к.т.н.;
- Юрченкова Е.А., вед. инженер ОППО, к.х.н.;
- Медовник А.В., председатель Совета молодых ученых, доцент каф. физики, к.т.н.;
- Боберъ Ю.Н., инженер ОППО

СЕКЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ

Секция 1. Радиотехника и связь

Подсекция 1.1. Радиотехнические системы и распространение радиоволн. Председатель секции – Шарыгин Герман Сергеевич, проф. каф. РТС, д.т.н., проф.; зам. председателя – Тисленко Владимир Ильич, проф. каф. РТС, д.т.н.

Подсекция 1.2. Проектирование и эксплуатация радиоэлектронных средств. Председатель секции – Шостак Аркадий Степанович, проф. каф. КИПР, д.т.н.; зам. председателя – Озёркин Денис Витальевич, декан РКФ, доцент, к.т.н.

Подсекция 1.3. Радиотехника. Председатель секции – Семенов Эдуард Валерьевич, проф. каф. РЗИ, доцент, д.т.н.; зам. председателя – Артищев Сергей Александрович, м.н.с. СКБ «Смена», к.т.н.

Подсекция 1.4. Радиолокация. Председатель секции – Масалов Евгений Викторович, проф. каф. КИПР, проф., д.т.н.; зам. председателя – Кривин Николай Николаевич, ст. преподаватель каф. КИПР, к.т.н.

Подсекция 1.5. Аудиовизуальная техника, цифровое телерадиовещание и информационный сервис. Председатель секции – Пустынский Иван Николаевич, проф. каф. ТУ, д.т.н.; зам. председателя – Костевич Анатолий Геннадьевич, доцент каф. ТУ, к.т.н., с.н.с.

Подсекция 1.6. Инфокоммуникационные технологии и системы широкополосного беспроводного доступа. Председатель секции –

Демидов Анатолий Яковлевич, зав. каф. ТОР, к.ф.-м.н.; зам. председателя – Гельцер Андрей Александрович, доцент каф. ТОР, к.т.н.

Подсекция 1.7. Робототехника. Председатель секции – Шурыгин Юрий Алексеевич, первый проректор, зав. каф. КСУП, д.т.н., проф.; зам. председателя – Коцубинский Владислав Петрович, доцент каф. КСУП, к.т.н.

Подсекция 1.8. Интеллектуальные системы проектирования технических устройств. Председатель секции – Шурыгин Юрий Алексеевич, первый проректор, зав. каф. КСУП, д.т.н., проф.; зам. председателя – Черкашин Михаил Владимирович, доцент каф. КСУП, доцент, к.т.н.

Секция 2. Электроника и приборостроение

Подсекция 2.1. Проектирование биомедицинских электронных и нанoeлектронных средств. Председатель секции – Еханин Сергей Георгиевич, проф. каф. КУДР, доцент, д.ф.-м.н.; зам. председателя – Романовский Михаил Николаевич, доцент каф. КУДР, к.т.н.

Подсекция 2.2. Разработка контрольно-измерительной аппаратуры. Председатель секции – Лощилов Антон Геннадьевич, зав. каф. КУДР, начальник СКБ «Смена», к.т.н.; зам. председателя – Убайчин Антон Викторович, с.н.с. СКБ «Смена», к.т.н.

Подсекция 2.3. Физическая и плазменная электроника. Председатель секции – Троян Павел Ефимович, проректор по УР, зав. каф. ФЭ, проф., д.т.н.; зам. председателя – Смирнов Серафим Всеволодович, проф. каф. ФЭ, д.т.н.

Подсекция 2.4. Промышленная электроника. Председатель секции – Михальченко Геннадий Яковлевич, директор НИИ ПрЭ, д.т.н., проф.; зам. председателя – Семёнов Валерий Дмитриевич, проф. каф. ПрЭ, к.т.н.

Подсекция 2.5. Оптические информационные технологии, нанофотоника и оптоэлектроника. Председатель секции – Шарангович Сергей Николаевич, проф., зав. каф. СВЧиКР, к.ф.-м.н.; зам. председателя – Перин Антон Сергеевич, доцент каф. СВЧиКР, к.т.н.

Подсекция 2.6. Электромагнитная совместимость. Председатель секции – Заболоцкий Александр Михайлович, доцент каф. ТУ, к.т.н.; зам. председателя – Куксенко Сергей Петрович, доцент каф. ТУ, к.т.н.

Подсекция 2.7. Светодиоды и светотехнические устройства. Председатель секции – Туев Василий Иванович, зав. каф. РЭТЭМ, д.т.н.; зам. председателя – Вилисов Анатолий Александрович, проф. каф. РЭТЭМ, д.т.н.

Секция 3. Информационные технологии и системы

Подсекция 3.1. 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.

Подсекция 3.2. Распределённые информационные технологии и системы. Председатель секции – Сенченко Павел Васильевич, декан ФСУ, доцент каф. АОИ, к.т.н.

Подсекция 3.3. 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.

Подсекция 3.4. Моделирование в естественных и технических науках. Председатель секции – Зариковская Наталья Вячеславовна, доцент каф. ЭМИС, доцент, к.ф.-м.н.; зам. председателя – Колотаев Илья Владимирович, разработчик ООО «СибирьСофтПроект».

Подсекция 3.5. Вычислительный интеллект. Председатель секции – Ходашинский Илья Александрович, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.; зам. председателя – Сарин Константин Сергеевич, ассистент каф. КИБЭВС.

Подсекция 3.6. Современные библиотечные технологии. Председатель секции – Абдрахманова Марина Викторовна, директор библиотеки ТУСУРА; зам. председателя – Карауш Александр Сергеевич, доцент каф. РЗИ, к.т.н.

Подсекция 3.7. Молодежные инновационные научные и научно-технические проекты. Председатель секции – Дробот Павел Николаевич, доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.; зам. председателя – Нариманова Гуфана Нурлабековна, зав. каф. УИ, доцент, к.ф.-м.н.

Подсекция 3.8. Разработка программного обеспечения. Председатель секции – Гордиевских Вячеслав Валерьевич, генеральный директор ООО «СибирьСофтПроект»; зам. председателя – Зариковская Наталья Вячеславовна, доцент каф. ЭМИС, к.ф.-м.н.

Подсекция 3.9. Инструментальные средства поддержки автоматизированного проектирования и управления. Председатель секции – Коцубинский Владислав Петрович, доцент каф. КСУП, к.т.н.;

зам. председателя – Хабибулина Надежда Юрьевна, доцент каф. КСУП, к.т.н.

Секция 4. Информационная безопасность

Подсекция 4.1. Методы и системы защиты информации. Информационная безопасность. Председатель секции – Шелупанов Александр Александрович, ректор ТУСУРа, директор ИСИБ, д.т.н., проф.; зам. председателя – Конев Антон Александрович, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

Подсекция 4.2. 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.

Подсекция 4.3. Экономическая безопасность. Председатель секции – Кузьмина Елена Александровна, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.; зам. председателя – Глухарева Светлана Владимировна, ст. преподаватель каф. КИБЭВС.

Секция 5. Экономика, управление, социальные и правовые проблемы современности

Подсекция 5.1. Моделирование в экономике. Председатель секции – Мицель Артур Александрович, проф. каф. АСУ, д.т.н.; зам. председателя – Грибанова Екатерина Борисовна, доцент каф. АСУ, к.т.н.

Подсекция 5.2. Информационные системы в экономике. Председатель секции – Исакова Анна Ивановна, доцент каф. АСУ, к.т.н.; зам. председателя – Григорьева Марина Викторовна, доцент каф. АСУ, к.т.н.

Подсекция 5.3. Экономика и управление. Председатель секции – Васильковская Наталья Борисовна, доцент каф. экономики, к.э.н.; зам. председателя – Цибульников Валерия Юрьевна, доцент каф. экономики, к.э.н.

Подсекция 5.4. Современные социокультурные технологии в организации работы с молодежью. Председатель секции – Сулова Татьяна Ивановна, декан ГФ, зав. каф. ФиС, д.филос.н., проф.; зам. председателя – Орлова Вера Вениаминовна, проф. каф. ФиС, директор НОЦ «СГТ», д.соц.н.

Подсекция 5.5. Актуальные проблемы социальной работы в современном обществе. Председатель секции – Грик Николай Антонович, зав. каф. ИСР, д.и.н., проф.; зам. председателя – Куренков Артем Валериевич, доцент каф. ИСР, к.и.н.

Подсекция 5.6. Правовые проблемы современной России. Председатель секции – Хаминов Дмитрий Викторович, зав. каф. ТП, зам. декана ЮФ, к.и.н.; зам. председателя – Суслов Андрей Александрович, ст. преподаватель каф. ТП

Секция 6. 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 7. Открытия. Творчество. Проекты. (Секция для школьников). Председатель секции – Мозгунов Алексей Викторович, начальник ОНП.

Секция 8. Postgraduate and Master Students' Research in Electronics and Control Systems. (Секция на английском языке). Председатель секции – Покровская Елена Михайловна, зав. каф. ИЯ, доцент, к.филос.н.; зам. председателя – Менгардт Елена Рудольфовна, доцент каф. ИЯ, Морозова Елена Ирismetовна, ст. преподаватель каф. ИЯ.

Адрес оргкомитета:

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40,

ГОУ ВПО «ТУСУР»

Научное управление (НУ), к. 205

Тел.: 8-(382-2) 701-524

E-mail: nstusur@main.tusur.ru

- 1-й том – 1-я секции (подсекции 1.1 – 1.8);
- 2-й том – 2-я секция (подсекции 2.1 – 2.4);
- 3-й том – 2-я секция (подсекции 2.5 – 2.7);
- 4-й том – 3-я секция (подсекции 3.1 – 3.5);
- 5-й том – 3-я секция (подсекции 3.7 – 3.9);
- 6-й том – 4-я и 5-я секции (подсекции 4.1 – 4.3 и 5.1, 5.2)
- 7-й том – 5-я секция (подсекции 5.3 – 5.6);
- 8-й том – 6-я, 7-я, 8-я секции.

Спонсор конференции – АО «ПКК Миландр»



АО «ПКК Миландр»
124498, г. Москва, Зеленоград,
Георгиевский проспект, дом 5

Т. 495 981 5433
Ф. 495 981 5436
www.milandr.ru

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

АО «ПКК Миландр» выполнило более 200 НИОКР в интересах предприятий радиоэлектронной промышленности РФ. Номенклатурная линейка «Миландра» составляет более 300 типонаименований микросхем (микроконтроллеры, микропроцессоры, радиочастотные микросхемы, микросхемы проводных интерфейсов, микросхемы управления питанием), которые широко используются российскими предприятиями оборонно-промышленного комплекса. Одним из конкурентных преимуществ компании является наличие собственного сборочного производства, позволяющего выполнять полный комплекс измерений параметров микросхем с последующей их установкой в металлокерамические (для спецприменений) или пластмассовые корпуса, а также Испытательного технического центра микроприборов, осуществляющего измерения, анализ и испытания микросхем. В числе постоянных заказчиков на выполнение работ по проектированию, изготовлению и поставке микроэлектронных изделий значатся российские центры проектирования, научно-исследовательские институты, приборостроительные предприятия и объединения. Компания постоянно расширяет географию и сферу научно-технического сотрудничества, заключая долгосрочные договоры с научными учреждениями России, СНГ и с зарубежными научными организациями. Поставка изделий осуществляется в адрес более 800 предприятий радиоэлектронной промышленности.

В 2014 г. АО «ПКК Миландр» совместно с Томским государственным университетом систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) и Томским государственным архитектурно-строительным университетом (ТГАСУ) одержали победу в конкурсе по созданию высокотехнологичного производства интеллектуальных приборов энергетического учета, разработанных и изготовленных

на базе отечественных микроэлектронных компонентов, и гетерогенной автоматизированной системы мониторинга потребляемых энергоресурсов на их основе, выполняемом по Постановлению Правительства Российской Федерации № 218. Для выполнения работ по комплексному проекту АО «ПКК Миландр» и ТУСУР открыли Центр системного проектирования. В Центре системного проектирования, созданном на базе ТУСУРа, разрабатывается программное обеспечение для интеллектуальных приборов энергоучёта и комплексной системы автоматизированного сбора и обработки информации. Результаты работ Центра системного проектирования будут не только внедряться в производство, но и активно использоваться в учебном процессе ТУСУРа. Широкое внедрение совместных разработок АО «ПКК Миландр», ТУСУРа и ТГАСУ позволит снизить затраты населения за тепло и электроэнергию на 15–20%.

Также АО «ПКК Миландр» активно проводит различные программы по взаимодействию с вузами: предоставляет вузам оборудование собственного производства и методические пособия для проведения практических занятий на все время сотрудничества. По окончании курсов проводится аттестация студентов, по результатам которой самые талантливые студенты получают сертификаты. Проект реализуется под эгидой импортозамещения, позволяет студентам российских вузов приобрести навыки работы с отечественной элементной базой и иметь преимущество при трудоустройстве в ведущие приборостроительные предприятия России.

В 2016 г. в ТУСУРе создана базовая кафедра микроэлектроники, информационных технологий и управляющих систем (МИТУС) с применением дистанционного обучения, которая сможет решать приоритетные задачи по интеграции образования и науки в производство. Компания нацелена на то, чтобы выпускники кафедры стали незаменимыми сотрудниками различных предприятий радиоэлектронной промышленности и были востребованными специалистами на современном рынке труда. Для этого АО «ПКК Миландр» предоставит своей кафедре самую актуальную материально-методическую базу и обеспечит другими возможными ресурсами компании.

Спонсор конференции – Группа компаний «Научное оборудование»



Группа компаний
«Научное оборудование»
630128, Россия, г. Новосибирск,
ул. Инженерная, 4а, оф. 212

Т. 383 330 8295
Ф. 495 150 3295
www.spegroup.ru

Группа компаний «Научное оборудование» была образована в 1999 г. Основное направление деятельности компании – снабжение высокотехнологичным оборудованием учебных, научно-исследовательских и промышленных предприятий Сибири и Дальнего Востока России.

Мы анализируем задачи заказчика, подбираем оборудование под каждый конкретный случай, осуществляем поставку оборудования, а также оказываем технологическую и методологическую поддержку, гарантийный и послегарантийный ремонт. Некоторые наши заказчики доверяют нам полное закрытие всех потребностей своих лабораторий и в оборудовании, и в расходных материалах.

В штате компании состоят высококвалифицированные технические специалисты с собственным опытом научной работы. Наши специалисты регулярно знакомятся с новинками оборудования, с новыми подходами в приборостроении, посещают международные выставки и обучающие семинары от производителей. Для каждой задачи заказчика мы можем предложить самое современное решение. Существующие рабочие связи со многими лабораториями СО РАН позволяют оперативно привлекать к решению задач заказчика профильных научных специалистов. Кроме того, мы сами организуем мастер-классы и семинары, на которых наши заказчики имеют уникальную возможность попробовать новейшее оборудование для решения своих задач.

У нас налажены партнерские отношения со многими ведущими мировыми производителями научного и технологического оборудования как в России, так и за рубежом. У компании есть свой инженерный департамент; в случае необходимости мы можем самостоятельно разработать решение непосредственно под задачу заказчика.

Нашими заказчиками являются все академические институты Сибирского отделения Российской академии наук, многие промышленные предприятия, технологические компании, учебные за-

ведения высшего образования Сибирского и Дальневосточного регионов.

Кроме деятельности по поставке и разработке оборудования, мы участвуем в продвижении разработок институтов СО РАН на внешний рынок, организуем совместные проекты институтов СО РАН с разными организациями по разработке конкретных технологических и наукоёмких решений.

Мы видим своей целью построение долгосрочных взаимовыгодных отношений с каждым нашим заказчиком.

СЕКЦИЯ 6

**ЭКОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

СЕКЦИЯ 6

ЭКОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Председатель секции – Карташев А.Г., проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н.;
зам. председателя – Денисова Т.В., доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.*

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПО ГОСТ ISO14001–2004

Е.А. Иващенко, студент

Томск, ТУСУР, каф. УИ, Jeka96_09@icloud.com

Стандарты ISO 14000 разрабатываются с учетом уже зарекомендовавших себя международных стандартов по Системам менеджмента качества стандартам ISO 9000. Основным предмет стандартов ISO 14000 – это экологический менеджмент

Экологический менеджмент – это один из видов специального менеджмента, который представляет собой часть общей системы менеджмента, изучающего закономерности управления и основные принципы .

Экологический менеджмент направлен на сохранение качества окружающей среды, обеспечение нормативно-правовых экологических параметров.

Неважно, какой тип и характер у предприятия, оно связано с окружающей его природной средой. На всех этапах производства происходит обмен энергией, веществом и информацией с окружающей средой.

Концепция экологического менеджмента включает в себя:

1. Обоснование необходимости и возможности управления экологическими процессами.
2. Определение объекта управления и сферы в экологическом менеджменте.
3. Формулирование и реализацию цели экологического менеджмента – новое качество существования и жизнедеятельности человека.
4. Принципы экологического менеджмента.
5. Функциональное содержание экологического менеджмента.
6. Соответствие масштаба управления и масштаба проблемы. Инфраструктуру экологического менеджмента.

7. Методологию и роль науки в экологическом менеджменте.
8. Системы, механизмы и технологии управления в концепции экологического менеджмента.

9. Организацию экологического менеджмента.

10. Стратегию и эффективность экологического менеджмента.

Основные этапы внедрения системы экологического менеджмента:

- Вводная презентация для менеджеров предприятия и руководства по системе экологического менеджмента и стандартам серии ISO 14001.

- Оценка состояния существующей системы экологического управления предприятия. Результаты данной оценки служат основой для дальнейшего создания системы экологического менеджмента.

- Разработка и распространение экологической политики предприятия (ее утверждение).

- Аутентификация законодательных и иных требований.

- Определение экологических аспектов. Разработка реестра экологических аспектов, ранжирование по значимости (самый важный этап, так как система экологического управления предприятия является системой управления экологическими аспектами).

- Распределение ответственности в системе экологического менеджмента.

- Подготовка в соответствии с требованиями ISO 14001 менеджеров и персонала, отвечающих за вопросы охраны окружающей среды.

- В соответствии с утвержденной экологической политикой и целями планирование деятельности и разработка программы экологического менеджмента предприятия.

- Создание деятельности предприятия в системе экологического менеджмента. Мониторинг экологической системы, система проверок, корректирующие действия и внутренний аудит СЭМ.

- Разработка процедур анализа и пересмотра системы ЭМ со стороны руководителя предприятия и ее активация.

- Разработка системы взаимодействия предприятия с внешними заинтересованными сторонами с целью демонстрации результатов деятельности в области ЭМ, включая разработку раздела, посвященного СЭМ на веб-сайте предприятия.

- Запуск системы и сопровождение функционирования СЭМ.

- Проведение предсертификационного аудита системы экологического менеджмента для контроля готовности к сертификации. Подготовка к проведению и сопровождение сертификационного аудита СЭМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 14001–2015 «Системы экологического менеджмента – Требования и руководство по применению».*
2. *Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 9000–2011 (ISO 9000–2015) «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь».*
3. *Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 9001–2015 (ISO 9001–2011) «Системы менеджмента качества. Требования».*
4. *Собственникова О.И.* Система экологического менеджмента как основа экологизации бизнеса // Молодой ученый. – 2013. – №11. – С. 467–470.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

А.Д. Алишаibi, студент каф. ИСТ ИК;

Т.Ю. Черникова, аспирант каф. ГИГЭ ИПР

Научные руководители: О.С. Токарева, доцент каф. ИСТ ИК, к.т.н.;

О.А. Пасько, проф. каф. ГИГЭ ИПР, д.с.-х.н.

Томск, ТПУ, alshaiby@tpu.ru

Припоселковые кедровники Томской области, являющиеся особыми охраняемыми природными территориями, представляют собой ценные хозяйственные объекты из-за декоративности, долговечности, высокой пищевой ценности орехов и продуктов их переработки и т.д. Нерегулируемая хозяйственная деятельность человека приводит к нарушению устойчивости и деградации кедровых лесов. На них негативно отражаются пожары, инвазии насекомых-вредителей и другие факторы. Наибольшей дигрессии подвержена окультуренная часть припоселковых кедровников [1, 2]. Для дистанционной оценки влияния негативных факторов на состояние растительности широко используется вегетационный индекс NDVI [3], значения которого связаны с количеством биомассы на изучаемой территории.

Целью данного исследования является оценка изменения состояния припоселковых кедровников на основе анализа значений вегетационного индекса NDVI, рассчитываемого по данным спутникового мониторинга поверхности Земли в период с 2002 по 2015 г.

Исследования проводились на территории семи кедровников (Аксеновский, Лучаново-Ипатовский, Магадаевский, Вороновский, Лесной парк, Богашевский, Петровский). В данной работе для расчета NDVI использованы космические снимки со спутников Landsat 5, 7 и 8

с пространственным разрешением 30 м. Были выбраны снимки с датами съемки в конце августа – начале октября (26.09.2002, 28.08.2006, 31.08.2007, 4.10.2008, 07.10.2009, 08.09.2010, 27.09.2011, 25.09.2013, 18.08.2014, 01.10.2015), когда прекращается рост и развитие деревьев. Диапазон дат с разницей более чем в один месяц обусловлен отсутствием безоблачных снимков на более близкие даты.

Обработка космических снимков и пространственный анализ данных проводились с использованием геоинформационной системы QGIS. Значения NDVI вычислялись по формуле

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}},$$

где ρ_{NIR} , ρ_{RED} – значения спектральной яркости [4] в ближнем инфракрасном и красном диапазонах соответственно.

Для проведения анализа состояния кедровников были рассчитаны средние значения NDVI в границах каждого кедровника. Полученные результаты были представлены в виде графиков, отражающих изменения средних значений NDVI по годам за период с 2002 по 2015 г. с нанесенными на них линиями трендов. Значения экстремумов каждого графика обусловлены плотностью и состоянием лесных массивов. Как видно на рис. 1, тренды для Аксеновского и Петровского кедровников имеют наибольший угол наклона.

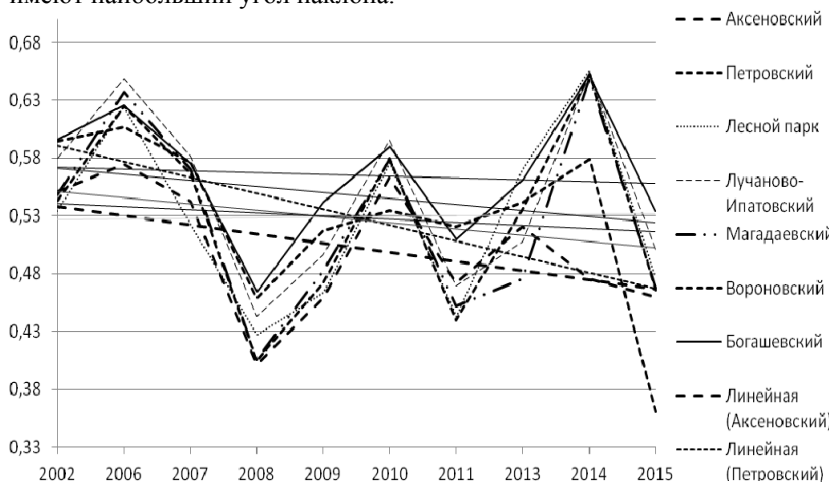


Рис. 1. Изменения средних значений NDVI в пределах каждого кедровника по годам

Анализ данных показал, что Аксеновский кедровник из всех изученных был и остается самым ослабленным. Для него характерны минимальные показатели жизнедеятельности [5] и минимальные значе-

ния NDVI в большинстве наблюдений в период 2002–2015 гг. Наземные исследования показали, что в 2011 г. произошло заражение кедровника вредителем (короед шестизубчатый) на площади 11,6 га. В 2013 г. вредитель распространился еще на 3 га. В 2014 г. поврежденная площадь составила 67,5 га, т.е. 69% всей площади кедровника. Для предотвращения развития деградации кедровника и ослабления оставшихся деревьев значительная часть леса была вырублена в результате санитарных рубок.

В отличие от Аксеновского Петровский кедровник характеризовался как здоровый [5]. У него был максимальный из всех изученных кедровников индекс жизненного состояния (более чем в 2 раза выше, чем у Аксеновского) и минимальный показатель поврежденности. Однако, по информации Отдела особо охраняемых природных территорий ОГБУ «Облкомприрода», в 2014 г. в результате весеннего сильного ветра на территории Петровского припоселкового кедровника было повалено более 170 деревьев. В это же время был зафиксирован очаг заражения короедом шестизубчатым на площади 0,4 га. Ситуацию осложняет негативное воздействие сборщиков шишек. Кроме того, кедровник пострадал в результате ветровала. Расчетная площадь полосы, на которой наблюдали наибольшее количество пострадавших от ветра деревьев, составила 8,5 га, т.е. 8,4% площади кедровника. Следовательно, изначально здоровый Петровский кедровник оказался ослабленным по состоянию в результате негативных воздействий природных (ветровал, повреждение энтомовредителями) и антропогенных факторов.

Результаты работы показывают, что дистанционно полученные данные могут быть использованы для своевременного принятия решений и обеспечения сохранности припоселковых кедровников как особо охраняемых природных территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дебков Н.М.* Припоселковые кедровники юга Западно-Сибирской равнины: история и современное состояние, рекомендации по устойчивому управлению. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014. – 52 с.
2. *Kovyazin V., Belyaev V., Pasko O., Romanchikov A.* Taxation indices of forest stand as the basis for cadastral valuation of forestlands // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2014. – Vol. 21. – P. 012026.
3. *Токарева О.С., Полищук Ю.М.* Сравнительный анализ результатов дистанционного определения вегетационных индексов и данных биоиндикационных исследований в задачах экологического мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2013. – Т. 10, № 2. – С. 81–87.

4. *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook*. Sioux Falls, South Dakota: EROS, 2015. – 98 с.

5. *Бисирова Э.М., Кривец С.А.* Припоселковые кедровники и их социальное значение // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. – 2010. – Т. 3, № 2.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ, СВЯЗАННЫМИ С УТОМЛЯЕМОСТЬЮ, В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

М. Алябьева, К.П. Паишеева, студентки

Научный руководитель В.С Солдаткин, доцент каф. РЭТЭМ, к.т.н.

Томск, ТУСУР, soldatkinvs@main.tusur.ru

*Проект ГПО РЭТЭМ-1701 «Управление рисками, связанными
с утомляемостью, в гражданской авиации»*

Зависимость безопасности и утомляемости начала актуализироваться во второй половине XX в. Продолжительность рабочего дня стала не единственной причиной утомляемости, особенно при круглосуточной работе. Следует отметить следующие элементы, появившиеся в новых представлениях утомляемости:

1) первостепенная важность достаточной продолжительности сна (а не просто отдыха) для восстановления и поддержания всех функций в состоянии бодрствования;

2) роль суточных ритмов, управляемых 24-часовым механизмом около суточных биологических часов головного мозга, в частности их влияние на умственную и физическую работоспособность, а также на предрасположенность ко сну (способность засыпать и оставаться в состоянии сна) [1].

Эти новые знания оказались особенно актуальны для авиационной отрасли, единственной в своем роде, где ежедневная круглосуточная работа сочетается с трансмеридиальными перелетами [2].

Утомляемость представляет собой одну из главных опасностей, относящихся к человеческому фактору, поскольку она влияет на большинство аспектов способности члена экипажа к выполнению своих обязанностей. Поэтому она влияет на безопасность полетов [3].

Безопасность полетов воздушных судов гражданской авиации представляет собой состояние авиационной транспортной системы, при котором риск причинения вреда лицам или нанесения ущерба имуществу снижен до приемлемого уровня и поддерживается на этом либо более низком уровне посредством непрерывного процесса выявления источников опасности и контроля факторов риска [4].

Для того чтобы грамотно решить вопросы, касающиеся безопасности полетов, стоит учитывать увеличение объема авиаперевозок, обновление авиапарка, а также кадровую составляющую авиации.

Система управления рисками, связанными с утомляемостью (FRMS), определяется как опирающаяся на данные система непрерывного отслеживания и контроля связанных с утомляемостью рисков для безопасности полетов, основанная на научных принципах и знаниях, а также эксплуатационном опыте и обеспечивающая выполнение соответствующим персоналом своих функций в состоянии надлежащего уровня активности. Целью FRMS является обеспечение уровня активности членов летных и кабинных экипажей, достаточного для выполнения ими должностных обязанностей с удовлетворительной работоспособностью. В FRMS применяются принципы и процессы, используемые в системе управления безопасностью полетов, с целью управления рисками, связанными с утомляемостью членов экипажа [5].

Год	Место-авиакатастрофы	Самолет	Страна авиавладельца	Причина катастрофы	Число-жертв
2017	Киргизия	Boeing-747	Турция	Из-за тумана потерпел крушение при заходе на посадку, упав на жилые дома под Бишкеком	37
2017	США	Cessna 210	США	Самолет исчез с радаров во время перелета из Аризоны в Колорадо	4
2016	Россия	Tu-154	Россия	Исчез из радаров над Черным море во время вылета из Сочи в Сирию	92
2016	Индонезия	Hercules C130	Индонезия	самолет Военно-воздушных сил разбился о скалу	13
2016	Колумбия	Avro RJ-85	Боливия	Упал недалеко от аэропорта города Медельин из-за нехватки топлива. На борту были футболисты и работники бразильского клуба «Шапекоэнсе»	75
2016	ОАЭ	Boeing-737	ОАЭ	Загорелся при посадке в аэропорту	нет
2016	Россия	Ил-76	Россия	Разбился во время тушения лесных пожаров в Иркутской области	10
2016	Египет	Airbus A320	Египет	Разбился возле греческого острова Карпатос	66
2016	Афганистан	Ан-12	Азербайджан	Столкновение при взлете с препятствием	7
2016	Россия	Boeing-737	ОАЭ	Плохие погодные условия. Разбился при посадке в аэропорту	62
2016	Непал	пассажирский	Непал	Совершил жесткую аварийную посадку в районе Каликот в Чиликае	2
2016	Непал	Viking 9N-АНН Twin Otter	Непал	Пассажирский самолет пропал с радаров на западе Непала	21

Рис. 1. Статистика крупнейших авиакатастроф мира

Подведя итог, можно сказать, что статистика крупнейших авиакатастроф мира за последние несколько лет (рис. 1) показывает, что основная причина трагедий в воздухе – человеческий фактор (ошибка экипажа или диспетчера). В связи с этим можно утверждать, что данная тема исследования очень актуальна. В проекте ГПО будут проведены исследования рисков и методов их снижения, связанных с утомляемостью. Планируемым результатом исследования являются методики и рекомендации, разработанные для гражданской авиации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Руководство* для регламентирующих органов: системы управления рисками, связанными с утомляемостью [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/Doc%209966.FRMS.2011%20Edition.ru.pdf> (дата обращения: 11.02.2017).
2. *Влияние усталости на безопасность* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://econbooks.ru/books/part/170793> (дата обращения: 11.02.2017).
3. *Методология* кадрового обеспечения государственной системы управления безопасностью полетов воздушного транспорта [Электронный ресурс]. – http://www.mstuca.ru/scientific_work/dissertations_councils/d223_01/doc.pdf (дата обращения: 17.02.2017).
4. *Циркуляр ИКАО 305. Эксплуатация новых крупногабаритных самолетов на существующих аэродромах* / Международная организация гражданской авиации: ИКАО, 2013. – 76 с.
5. *Руководство по управлению безопасностью полетов* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aerohelp.ru/data/432/Doc9859.pdf> (дата обращения: 10.02.2017).

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

А.Е. Антипина, В.В. Беркетов, В.А. Гущина,

А.С. Канисеев, Н.А. Рубан, студенты каф. РЭТЭМ

Научный руководитель Н.Н. Несмелова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.

Томск, ТУСУР, kaniseev-artyom@yandex.ru

Проект ГПО РЭТЭМ-1407 «Безопасность образовательной среды»

Потребность в безопасности – одна из основных потребностей человека, поэтому исследования, направленные на совершенствование систем обеспечения безопасности, всегда актуальны. Согласно аксиоме «о потенциальной опасности» все действия человека и все компоненты среды (прежде всего технические средства и технологии), обладают способностью генерировать травмирующие и вредные факторы [1]. Поэтому абсолютная безопасность принципиально недостижима. В настоящее время приоритетной является концепция «приемлемого риска», суть которой заключается в снижении опасности до такого низкого уровня, который приемлем и сможет поддерживать общество в данный период времени [2].

Таким образом, с развитием общества необходимо усовершенствование системы обеспечения безопасности. Но поскольку участники проекта являются студентами, то гораздо удобнее и значительно эффективнее изучать безопасность образовательной среды, так как именно это направление позволяет проводить исследование не только теоретически, но и практически.

Безопасность образовательной среды складывается из множества компонентов, одним из которых является пожарная безопасность, под которой понимается состояние объекта, исключающее с определенной вероятностью возникновение и развития пожара, воздействие его опасных факторов на людей и материальные ценности.

Пожары в образовательной сфере регистрируются ежегодно и несут за собой значительный материальный ущерб, человеческие жертвы. Это подтверждает статистика основных показателей обстановки с пожарами в образовательных учреждениях в предыдущие годы:

2014 г. – 309 пожаров (13 пострадавших, 1 погибший);

2013 г. – 313 пожаров (7 пострадавших, 0 погибших);

2012 г. – 333 пожара (11 пострадавших, 1 погибший);

2011 г. – 348 пожаров (9 пострадавших, 3 погибших);

2010 г. – 381 пожар (16 пострадавших, 1 погибший);

2009 г. – 442 пожара (6 пострадавших, 4 погибших) [3].

Систему пожарной безопасности, как и любую другую, необходимо совершенствовать. Целями проекта на данный момент являются: изучение образовательной среды ТУСУРа, выявление факторов, определяющих уровень пожарной безопасности образовательной среды, а также разработка мероприятий, способствующих снижению вероятности возникновения пожароопасных ситуаций и минимизации риска причинения вреда жизни и здоровью студентов. Достижение данных целей позволит приблизиться к решению основной задачи обеспечения безопасности: сохранению жизни и здоровья людей.

В начало исследования положено выявление основных причин возникновения возгорания. Анализ статистических данных о возгораниях в образовательной среде, представленных на сайте МЧС России, показал:

1. Большая часть (40%) возгораний в образовательной сфере случается из-за эксплуатации устаревшего или неисправного оборудования.

2. 35% возгораний вследствие неправильной эксплуатации оборудования.

3. 25% возгораний по причине человеческой халатности.

4. 10% случаев из-за причин другого характера.

Чаще всего причина возгорания связана с человеческим фактором, который проявляется в неправильных действиях, связанных с незнанием требований безопасности или с халатным отношением к ним. Не менее часто возгорания происходят из-за технических неполадок с электроприборами или проводами (нарушение изоляции электропроводов, превышение нормы мощности оборудования).

Образовательная среда ТУСУРа также в своей истории имеет подобные инциденты. Одним из примеров может служить не так давно произошедший пожар в общежитии №4 ТУСУРа, также рассмотренный проектной группой. Причиной возгорания стала неисправная (повреждённая) проводка холодильника (по официальным данным). 21 ноября 2016 г. из задымлённого общежития спасатели эвакуировали 115 человек. 37 человек пришлось спускать по пожарным автолестницам, так как часть жильцов оказалась заблокирована в своих комнатах. Комната, в которой возник пожар, находится на втором этаже и выгорела полностью, соседние закоптились, но их удалось отстоять. Сумма ремонта всей секции составила 380 тыс. руб. Ущерб непосредственно от пожара составил 20 тыс. руб. Никто из жильцов не пострадал [4].

Этот инцидент говорит об актуальности проводимого группой исследования. Ведь от качественно построенных мероприятий по противопожарному режиму и от должного исполнения этих мероприятий напрямую зависит уровень пожарного риска.

За период работы проектной группы над данным направлением безопасности образовательной среды (с осеннего семестра 2016/17 учебного года) был произведён сбор и анализ теоретической информации по теме исследования, изучены нормативно-правовая база в области пожарной безопасности образовательной среды и технические средства обеспечения пожарной безопасности, проанализирована статистика возникновения пожароопасных ситуаций в образовательной среде России, выявлены основные причины их возникновения.

На момент подачи заявки проект находится на стадии разработки. Дальнейшее направление развитие исследования обусловлено основными причинами возгораний в образовательной среде, представленными выше. Группа запланировала:

1. Разработку образовательной программы, способствующей поднятию уровня информационной осведомлённости студентов в области пожарной безопасности, что позволит снизить риск возникновения пожара по вине человека, который составляет 60% случаев от общего числа возгораний.

2. Разработку рекомендаций, направленных на ликвидацию выявленных несоответствий (при наличии) образовательной среды нормам противопожарной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *K2X2.INFO* // Аксиома о потенциальной опасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.k2x2.info/shpargalki/bezopasnost_zhiznedejatnosti_shpargalka/p26.php (дата обращения: 14.02.2017).

2. *Охрана труда*. Информационный ресурс // Концепция приемлемого риска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ohrana-bgd.ru/bgdobsh/bgdobsh1_39.html (дата обращения: 16.02.2017).

3. *Зекеев Э.В., Кабиров Т.Р.* Теоретические аспекты пожарной безопасности в образовательных учреждениях // Инновационные педагогические технологии: матер. IV Междунар. науч. конф., г. Казань, май 2016 г. – Казань: Бук, 2016. – С. 53–55.

4. *РИА ТОМСК* // Ректор ТУСУРа: ущерб от пожара в общежитии – около 400 тыс. руб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.riatomsk.ru/article/20161212/rektor-tusura-uscherb-ot-pozhara-v-obschezhitii---okolo-400-tis-rub/> (дата обращения: 29.10.16).

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ТОМАТА («SOLANUM LYCOPERSICUM»)

А.П. Баранова, студентка ТУСУРа,

Ж.Д. Кудайбергенова, магистрант ТГУ

Научный руководитель Е.Г. Незнамова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.

Томск, ТУСУР, univerh66@mail.ru

В последнее время искусственное освещение начинают использовать в практических целях для получения растительной продукции при недостатке или полном отсутствии солнечного освещения [1].

Томат является одной из ведущих овощных культур для производства высококачественной растительной продукции в защищенном грунте. На сегодня в мире под томатом занято более 60% площадей защищенного грунта. В нашей стране томаты по объему производства уступают только огурцу, однако имеются устойчивые тенденции к увеличению их площадей [2].

Актуальность исследований связана с разработкой технологий и методик выращивания томатов в условиях малогабаритных автоматизированных теплиц частных и мелких фермерских хозяйств. Для повышения объемов выращивания томата в защищенном грунте необходимы внедрение новейших научно-технических разработок, усовершенствование технологических процессов производства продукции [3].

В связи с актуальностью изучения механизмов действия различного излучения на овощные культуры была поставлена задача установить физиологические эффекты действия различного освещения на рост, развитие и продуктивность томата в искусственных контролируемых условиях.

Материалы и методы исследования. В качестве культуры-индикатора выбран томат сорта «Лукошко на окошке» – скороспелое,

детерминантное растение, высотой 40–50 см и сроком полного вегетационного периода 70–75 дней.

Семена томата были посеяны 27.03.2014 г. После того как семена взошли, испытуемые группы растений помещены под разные источники света: к первому ящику – люминесцентные лампы, ко второму – солнечный свет (ящик находится на подоконнике), к третьему – лампы накаливания, к четвертому – светодиоды белого света, к пятому – светодиоды красного и синего света. Осуществляется частый полив, подкормка удобрениями (раз в 7–10 дней).

Фенологические учеты и наблюдения за ростом и развитием растений проводили через каждые 3–4 дня. Фиксировали высоту растений, количество листьев, размах листьев.

Результаты исследования и их обсуждение. С самого начала облучения выявилась разница в размерах и качестве рассады томатов под различными источниками.

Биометрические показатели растений под облучением светодиодной лампы белого света превышали средние значения остальных ламп: по показателю высоты растений составили $17,5 \pm 0,2$ см, по показателю размаха листьев – $19,4 \pm 0,1$ см. Минимальные значения наблюдались у групп растений под освещением красно-синей светодиодной лампы: по показателю высоты растений – $11,5 \pm 0,2$ см, по показателю размаха листьев – $14 \pm 0,2$ см. Группа томатов, выращенная под светодиодной матрицей красно-синего цвета, оказалась самой однородной по биометрическим параметрам растений. Когда при досветке светодиодной лампой белого цвета наблюдались наибольшие различия в индивидуальных параметрах растений. Установленные результаты облучения лампой накаливания и люминесцентной лампой: по показателю высоты растений – $12 \pm 0,1$ и $13,6 \pm 0,1$ см, по показателям размаха листьев – $13,5 \pm 0,1$ и $18 \pm 0,1$ см.

По окончании эксперимента полученные данные, свидетельствуют о преимуществе светодиодной лампы белого цвета перед другими источниками искусственного освещения. Обусловлено это тем, что спектр излучения превышает остальные по всему диапазону. Группа растений, находящаяся под освещением красно-синей светодиодной матрицы, на протяжении всего эксперимента отставала в росте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хохлова А.А. Особенности влияния абиотических и биотического факторов на репродуктивную систему растений томата *Lycopersicon esculentum* mill.: дис. ... канд. биол. наук. – Краснодар, 2014. – 10 с.
2. Винничек А.Л. Исходный материал для селекции томата на скороспелость в условиях среднего Поволжья: автореф. дисс. ... канд.сельхоз.н. – М., 1995. – 22 с.

3. *Балашов Е.С.* Особенности роста и развития новых гибридов томата при выращивании в продленном обороте зимних остекленных теплиц: дис. ... канд. сельхоз. наук. – М., 2006. – 157 с.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ СЕНОМАНОМ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ И РАЗВИТИЕ РАЧКОВ ДАФНИЯ (DAPHNIA MAGNA)

А.Н. Бахолдина, студентка

*Научный руководитель Т.В. Денисова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.
Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, baholdinan-1995@mail.ru*

Целью данного исследования являлось выявить зависимость влияния сеноманской воды на поведение и развитие рачков *Daphnia magna*.

Развитие нефтедобывающей отрасли приводит к серьезным региональным экологическим изменениям. Нарушение естественной среды обитания начинается с проведения разведочных работ. Высокотоксичные буровые отходы складировются в непосредственной близости от водоемов, что приводит к их долговременному загрязнению. Способствуют распространению токсических веществ снеговые и дождевые воды, которые также негативно влияют на растительное и животное сообщество.

Разливы сеноманских вод при нефтедобыче оказывают существенное влияние на экосистемы [1]. Техногенные аварии с разливом высокоминерализованных сеноманских вод на поверхности могут оказывать негативное влияние на водные экосистемы [2].

Пресноводные рачки *Daphnia magna* Straus в настоящее время считаются наиболее чувствительными и универсальными тест-объектами, поэтому применяются при биотестировании сточных и природных вод, донных осадков, почв и промышленных отходов. С помощью дафний определяют как острую, так и хроническую токсичность контролируемых объектов [3]. Влияние токсикантов на зоопланктон осуществляется как прямым путем, так и косвенным. Поступая в организм планктонных ракообразных, токсиканты частично аккумулируются в их тканях, а частично подвергаются метаболизации [4].

При остром отравлении вызывают гибели животных, а при накоплении в организме могут вызывать либо хроническую интоксикацию, выражающуюся в изменении ритма и скорости движения, отказе от пищи, нарушении информационных связей и изменении поведения, снижении интенсивности обмена и темпа роста, либо сказываются на

последующих поколениях. Аккумуляция токсикантов в гонадах приводит к снижению выживаемости молоди, к рождению уродливых или мутантных особей, что, в конечном счете, снижает численность популяции, а следовательно, и продуктивность беспозвоночных – зоопланктонов [5].

При исследовании влияния 0,5–2,5 г/л водных растворов хлорида натрия (в состав сеноманских вод входит хлорид натрия), на физиологические показатели рачков *D. magna*. видно, что при инкубировании рачков в растворах хлорида натрия с концентрацией 0,5 г/л гибель дафний составляла 10% на 21-е сутки. Увеличение концентрации NaCl до 1 г/л привело к гибели 10% рачков на 16-е сутки, 20% – на 20-е сутки эксперимента. Дальнейшее увеличение концентрации до 1,5; 2,0; 2,5 г/л вызвало смертность, соответственно, 10, 20, 30% рачков на 15-е сутки эксперимента и 50, 60, 60% – на 21-е сутки. При хроническом воздействии хлорида натрия в различных концентрациях на *D. magna* наблюдалось снижение продуктивности, уменьшение периода эмбрионального развития [6].

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Разливы сеноманских вод при добыче нефти оказывают негативное влияние на гидробионты. Отмечается снижение численности, при концентрации 0,5 г/л гибель дафний составляла 10% на 21-е сутки.
2. При увеличении концентрации NaCl до 1,5; 2,0; 2,5 г/л происходитнаблюдается смертность до 30% на 15-е сутки эксперимента и до 60% – на 21-е сутки.
3. При хроническом воздействии разных концентраций сеномана на *D. magna* наблюдается снижение продуктивности, уменьшение периода эмбрионального развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Карташев А.Г.* Экологические аспекты нефтедобывающей отрасли Западной Сибири. – Томск: ТУСУР, 2007. – 218 с.
2. *Зорькин Л.М.* Воды нефтяных и газовых месторождений СССР. – М.: Недра, 1989. – 382 с.
3. *Чеснокова С.М., Чугай Н.В.* Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды: учеб. пособие: в 2 ч. – Владимир, 2008. – 92 с.
4. *Брагинский Л.П.* К методике токсикологического эксперимента с тяжелыми металлами на гидробионтах / Л.П., Брагинский, П.Н. Линник. – М., 2003. – 58 с.
5. *Черкашин С.А.* Отдельные аспекты влияния углеводородов нефти на рыб и ракообразных // Вестник ДВО РАН. – 2005. – № 3. – С. 35–37.
6. *Шилова Н.А.* Влияние тяжелых металлов на представителей пресноводного фито- и зоопланктона в условиях засоления. – Саратов, 2014.

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Н.А. Выходцев, студент каф. ПИ

Научный руководитель В.Г. Ротарь, доцент каф. ПИ, к.т.н.

Томск, ТПУ, pav7@tpu.ru

Целью работы являются обработка и анализ данных, предоставленных Томским НИИ кардиологии. Проведенные исследования являются продолжением анализа медико-демографической ситуации в Томске за 21 год [1]. База данных содержит более 65 тыс. записей, отражающих информацию о здоровье и образе жизни жителей г. Томска. Анализ данных позволит выявить зависимости показателей, исследование которых сможет предотвратить сложнейшие кардиозаболевания или же уменьшить вероятность их появления у отдельных групп населения, находящихся в зоне риска. Сегодня наиболее значимым является анализ данных, полученных у молодых и среднего возраста граждан, в связи с тем, что изучение здоровья у данной группы населения позволит предотвратить развитие заболеваний и соответственно в дальнейшем уменьшить количество больных в старшем возрасте. Для исследования выбрана группа населения в возрасте от 30 до 40 лет. Минимальный возраст респондентов – 30 лет. Обработка информации ведется в программе SPSS.

Результаты работы. В ходе работы произведена обработка данных, касающихся заболеваний, выявленных у данной группы граждан. Исследовались значения параметров разделов «Анамнез» и «Материальное и профессиональное положение». Из всех 65 876 опрошенных человек количество мужчин в возрасте от 30 до 40 лет составило 10 650, женщин – 6 880. Уровень образования у 5% респондентов начальное, среднее – 21%, среднее специальное – 34%, высшее – 38%, не имеют образования – 2%. Среднее количество респондентов по каждому заболеванию составляет 10 000 мужчин и 6 000 женщин. На рис. 1 представлен ряд заболеваний и количество выявленных случаев.

Говоря о здоровье граждан, нельзя не упомянуть о том, что здоровье играет немаловажную роль и в трудоспособности человека. Обработка данных показала, что в заданном возрасте 91,5% относится к трудоспособному населению, из них 56,4% – мужчины, 35,1% – женщины, и 8,5% – к нетрудоспособному, из них 4,2% – мужчины, 4,3% – женщины. Наиболее важными для исследования являются нетрудоспособные граждане. Проведена взаимосвязь между неработающими гражданами и их материальным положением. В настоящее время 43,2% оценили свое положение как плохое, 9,7% – как очень плохое,

42,8% – как среднее и 4,5 – как хорошее. За последние годы материальное положение в данной группе ухудшилось у 45%, из них 25,7% – мужчины, 19,3% – женщины, не изменилось у 47,3%, из них 20,7% – мужчины, 26,6% – женщины, улучшилось у 5,7%, из них 2,7% – мужчины, 5,0% – женщины. Получено среднее значение суммарного количества месяцев без работы в последние годы, у мужчин оно составляет 11 месяцев, у женщин – 13. Не работают по причине выхода на пенсию: 1,4% – мужчин, 1,2% – женщин, потеряли работу: 32,9% – мужчин, 13,7% – женщин, имеют тяжелое заболевание (инвалидность): 13,1% – мужчин, 5,5% – женщин-домохозяек (ев): 1,7% – мужчин, 30,5% – женщин.

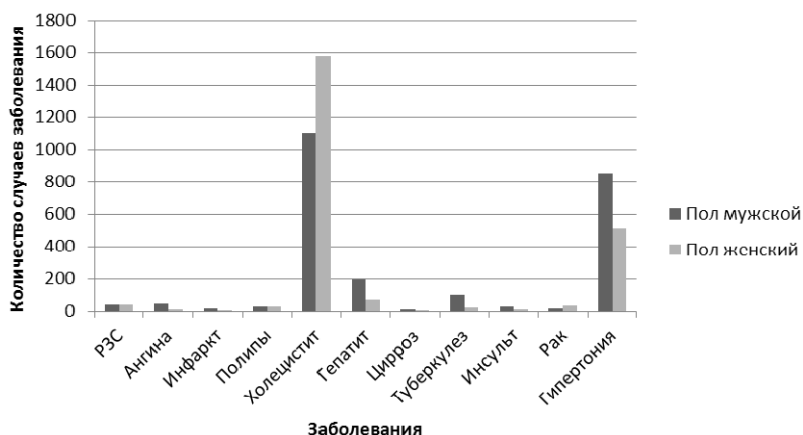


Рис. 1. Диаграмма заболеваний граждан г. Томска от 30 до 40 лет

Анализ результатов. Проведя анализ заболеваний, выявлено, что у группы людей в возрасте от 30 до 40 лет наиболее часто встречаются такие заболевания, как холецистит, гепатит, гипертония, туберкулез. При этом вероятность появления холецистита у женщин в 1,5 раза выше, чем у мужчин, а вероятность появления туберкулеза почти в 4 раза выше у мужчин, нежели у женщин. Гепатит и гипертония у мужчин также встречаются чаще. Анализ данных нетрудоспособного населения показал, что больше половины респондентов оценили свое материальное положение как неудовлетворительное. При этом у 45% материальное положение ухудшилось за последние годы, инвалидность имеет пятая часть нетрудоспособного населения. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что выявленные болезни и статистические данные позволят сотрудникам НИИ кардио-

логии г. Томска составить соответствующие программы по профилактике здоровья населения г. Томска.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сибирский медицинский журнал* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cardiotomsk.elpub.ru/jour/article/view/111> (дата обращения: 08.02.2017).
2. *Руководство* пользователю. SPSS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.qrz.ru/book/export/html/10966> (дата обращения: 10.02.2017).
3. *Самоучитель* по SPSS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.datuapstrade.lv/rus/spss/> (дата обращения: 11.02.2017).

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ СЕНОМАНСКИХ ВОД НА РАЗВИТИЕ ИКРЫ МОЛЛЮСКОВ

Т.Т. Гасанова, студентка; А.П. Шкарупо, аспирант

*Научный руководитель А.Г. Карташев, д.б.н., проф. каф. РЭТЭМ
Томска, TUCYP kartag@rambler.ru*

Одними из основных источников загрязнения водных ресурсов являются разливы сеноманских вод и нефтяная промышленность [1]. Биоиндикационный метод позволяет выявить закономерности изменений в организмах, которые подвержены антропогенному воздействию, помогает прогнозировать состояние экосистемы при изменении внешних факторов [2]. Для биоиндикационных целей водных объектов актуально использование моллюсков, так как они чувствительны к загрязнению сеноманских вод. Моллюски – основной фактор, который повышает самоочищение водных экосистем.

Целью исследования являлось изучение влияния высокоминерализованных сеноманских вод на развитие икры моллюсков вида *Planorbarius corneus* в лабораторных условиях.

Для исследования были отобраны кладки икры у сидячеглазых улиток из семейства Роговая катушка (*Planorbarius corneus*) [3]. Первые кладки необходимо было поместить в чашки Петри. Объем воды в каждой чашке составлял 25 см³. Наблюдение проводилось со стадии дробления до выхода из яйца и последующего роста, исследование проходило в течение 31 дня. Концентрация сеноманских вод составляла 50, 100, 200 мл/л и контроль.

**Длительность развития стадий онтогенеза
при различных концентрациях загрязнителя**

Концентрация нефти	Период развития личинок в сутках				Выход молоди, %	Живые организмы на 31-й день, %
	Образование трохофоры	Образование велигеры	Оседание в яйце	Выход из яйца		
Контроль, 0 мл/л	4	8	10	12	90	88,8
50 мл/л	4	8	11	15	90	88,8
100 мл/л	4	8	10	12	90	44,4
200 мл/л	6	10	14	21	50	16,6

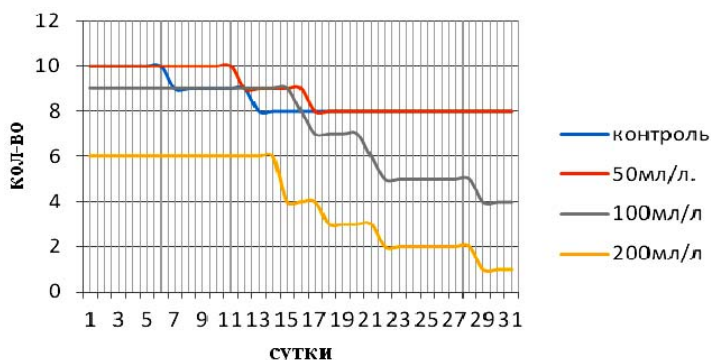


Рис. 1. Изменение численности икринок и особей после выхода из яйца в зависимости от концентрации сеноманских растворов

Проанализировав полученные результаты (таблица), можно сделать следующие выводы: при концентрации 50 мл не отмечено существенных изменений в онтогенезе моллюсков; при концентрации 200 из яйца выходит 50% особей, при этом наблюдается торможение стадий трохофоры и велигеры, в сравнении с контрольной группой от 2 до 4 дней, оседание в яйце на 5 дней продолжительнее. Концентрация 100 оказалась губительна для вышедших особей из яйца, после выхода из яйца 50% летального исхода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташев А.Г. Экологические аспекты нефтедобывающей отрасли Западной Сибири. –Томск: ТУСУР, 2007. – 218 с.
2. Зорькин Л.М. Воды нефтяных и газовых месторождений СССР. – М.: Недра, 1989. – 382 с.
3. Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. Моллюски // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – СПб.: Наука, 2004. – Т. 6. – 491 с.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ ХРОНИЧЕСКИХ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

И.К. Доманова, студентка;

Е.К. Малаховская, ассистент каф. АОИ

Томск, ТУСУР, ira.domanova.95@mail.ru

Улучшение медицинских показателей населения – одна из актуальных задач российского здравоохранения. Основная проблема в системе здравоохранения состоит в том, что медицинской профилактике (как составной части процесса) не уделяется должного внимания, в основном упор идёт на лечение уже развивающихся заболеваний. Практика показывает, что существует огромная пропасть между декларируемой высокой ценностью здоровья, знанием факторов риска заболеваемости и реальным поведением человека. Есть все основания полагать, что если государство направит все силы на поддержку системы профилактики заболеваний, то сократится значительная часть расходов сферы здравоохранения, улучшатся медицинские показатели здоровья, в т.ч. снизится уровень смертности.

Согласно [1] ежегодно от хронических неинфекционных заболеваний в мире (далее – ХНИЗ) умирает 38 млн человек. Сердечно-сосудистые заболевания приводят к большинству случаев смерти от ХНИЗ – ежегодно от них умирает 17,5 млн человек. За ними следуют онкологические заболевания (8,2 млн), респираторные болезни (4 млн) и диабет (1,5 млн) [2]. Россия в этой статистике не является исключением. ХНИЗ также является основной причиной смертности в РФ. К примеру, в 2015 г. от болезней системы кровообращения умерло 930 102 человека [3].

В [4] акцентируется внимание на том, что широкое распространение ХНИЗ, в основном, обусловлено особенностями образа жизни и связанными с ним факторов риска (ФР). Модификация образа жизни и снижение уровней ФР может предупредить или замедлить развитие заболевания как до, так и после появления клинических симптомов. В связи с этим развитие медицинской профилактики ХНИЗ и формирование здорового образа жизни населения является одним из приоритетных направлений системы здравоохранения в стране.

Главным органом исполнительной власти в сфере профилактики заболеваний является Министерство здравоохранения Российской Федерации. В его ведении находится ФГБУ «Государственный научно-исследовательский центр профилактической медицины», в его подве-

домственную структуру входят Федеральный центр здоровья и центры медицинской профилактики субъектов Российской Федерации. Вся система органов направлена на разработку и осуществление медицинской профилактики в России. Система формирования здорового образа жизни и профилактики неинфекционных заболеваний базируется на пяти элементах [5]:

- 1) информирование граждан о факторах риска и мотивирование к здоровому образу жизни (СМИ, кино, телевидение, медицинские работники, общественные организации, работодатели);

- 2) обеспечение условий для здорового образа жизни (министерства, администрации регионов, городов, муниципалитеты, работодатели, общественные организации);

- 3) диспансеризация, профилактические осмотры и т.п.;

- 4) диспансерное наблюдение;

- 5) профилактика ХНИЗ в стационарах и санаториях.

Данные направления должны осуществляться системно в рамках профилактики ХНИЗ. Государству как главному инструменту воздействия на общество необходимо искать новые методы совершенствования системы медицинской профилактики.

В [4] представлено восемь ФР, которые обуславливают до 75% смертности от ХНИЗ, в число которых входит курение, низкий уровень физической активности, нерациональное питание и др. Вместе с тем нельзя не отметить, что в России предпринимаются попытки по борьбе с курением, злоупотреблением алкоголя, происходит информирование и мотивирование населения к ведению здорового образа жизни посредством СМИ и др., присутствуют условия для физической активности (парки, стадионы, бассейны и т.д.). Однако практика показывает, что, к сожалению, осуществление данной деятельности является недостаточным, низко результативным, а кроме того, неравномерным (некомплексным и несистемным) в разных субъектах Российской Федерации.

Все вышеописанные положения обуславливают необходимость совершенствования системы профилактики ХНИЗ в Российской Федерации. Задачами по достижению этой цели должны стать такие положения, как изучение ФР ХНИЗ, разработка системных и комплексных мероприятий по ликвидации ФР ХНИЗ, в т.ч. за счет формирования здорового образа жизни населения. Вместе с тем важно создать условия (инфраструктуру) для реализации разработанных мероприятий, включающие решение проблем в жилищно-бытовых вопросах, доступности здоровой пищи, эффективной пропаганде здорового образа жизни и спорта, эффективной борьбе с курением и злоупотреблением алкоголя.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Неинфекционные заболевания* [Электронный ресурс]: сайт Всемирной организации здравоохранения. – Режим доступа: <http://www.who.int/media-centre/factsheets/fs355/ru/> (дата обращения: 20.02.2017).
2. *Global sodium consumption and death from cardiovascular causes* [Электронный ресурс]: US National Library of Medicine National Institutes of Health «PubMed.gov». – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25119608> (дата обращения: 20.02.2017).
3. *Официальная статистика* [Электронный ресурс]: сайт Федеральной службы государственной статистики. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/# (дата обращения: 20.02.2017).
4. *Стратегии профилактики хронических неинфекционных заболеваний* [Электронный ресурс]: Медицинский сайт MedBe.ru. – Режим доступа: <http://medbe.ru/materials/profilaktika-raznoe/strategii-profilaktiki-khronicheskikh-neinfektsionnykh-zabolevaniy/> (дата обращения: 20.02.2017).
5. *Создание модели формирования здорового образа жизни и профилактики неинфекционных заболеваний в Российской Федерации* [Электронный ресурс]: сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Режим доступа: <http://zdravalt.ru/upload/iblock/3cb/3cb8a6ddf608be92ad67fe49106e-88cd.pdf> (дата обращения: 20.02.2017).

КОМПЛЕКСНАЯ ОЧИСТКА ШАХТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШУНГИТА

Ю.А. Зенкова, студентка каф. РЭТЭМ

*Научный руководитель Т.В. Денисова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.
Томск, ТУСУР, julaxp2011@mail.ru*

При добыче полезных ископаемых производят сброс шахтных и карьерных вод на рельеф, содержащих механические, химические и биологические примеси, вследствие чего происходит засоление почвы и изменения химического состава водоемов-приемников. Такие негативные воздействия на окружающую среду требуют значительных затрат на устранение техногенных последствий [1].

Сброс высокоминерализованных шахтных стоков воздействует негативно на флору и фауну водоемов. Действующие на горнодобывающих предприятиях очистные сооружения не предназначены для ликвидации из сточных вод растворенных минеральных солей, а популярные в мировой практике специальные способы и технологии уменьшения минерализации природных и сточных вод, их обессоливание и деминерализация до сих пор не нашли спектра широкого применения. Поэтому проблема очистки высокоминерализованных шахт-

ных вод горнодобывающих предприятий является весьма актуальной, решение этой проблемы имеет важное практическое значение [2].

Целью данной работы является провести анализ степени очистки шахтных сточных вод действующего комплекса и анализ с использованием шунгита.

В качестве объекта исследования рассматривалась схожая по составу вода с шахтной Малеевского рудника.

На Малеевском руднике действует следующая схема очистных сооружений [3]:

1. Отстаивание.
2. Нейтрализация с $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
3. Перемешивание.
4. Отстаивание.
5. Сброс в реку.

Химический анализ шахтной воды с действующей комплексной очисткой и с добавлением шунгита в очистку

Название	ПДК, р.х. мг/дм ³	Действующий комплекс, мг/дм ³	С шунгитом, мг/дм ³
Аммоний солевой (NH_4^+)	0,5	1,5	0,45
Взвешенные вещества	14,75	15	14,3
Железо общее	1,42	0,009	0,007
Кадмий (Cd^{2+})	0,005	0,003	0,002
Марганец двухвалентный (ион)	0,01	0,039	0,009
Медь (ион Cu^{++})	0,0065	0,009	0,0053
Нитрат-ион (NO_3^-)	40	46,4	39
Нитрит-ион (NO_2^-)	0,08	0,8	0,075
Свинец (Pb^{2+})	0,1	0,007	0,004
Сульфаты (анион)	100	122	94
Цинк (Zn^{2+})	0,01	0,05	0,009

По данным таблицы видно, что действующий комплекс очистки не является эффективным, так как концентрации химических соединений выше, чем предельно допустимые для водоемов рыбохозяйственного назначения, отсюда следует, что нужно ввести в схему дополнительной очистки, при которой в сточной воде снизятся концентрации химических соединений до установленных нормативов.

В качестве дополнительной очистки был выбран фильтрующий материал – шунгит.

Схема очистных сооружений с использованием шунгита:

1. Отстаивание.
2. Нейтрализация с $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
3. Перемешивание.

4. Отстаивание.
5. Фильтрация шунгитом.
6. Сброс в реку.

Результаты химического анализа показали, что была произведена полная очистка воды, для того чтобы её сбросить в водоем рыбохозяйственного назначения, превышений уровней нормативов нет.

Выбор шунгита обусловлен наличием низкой себестоимости сорбента, и он не менее эффективен, чем другие сорбенты в качестве наполнителя для фильтрационных обеззараживающих устройств.

Из данной проделанной работы можно сделать вывод, что использованная ранее действующая очистка воды пригодна, только если в карту очистки включить фильтрацию шунгитом, так как очистка шунгитом значительно снижает концентрацию загрязняющих веществ.

Очищенная вода после полной очистки пригодна для живых организмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демкин В.И., Навитный А.М., Гусев Н.Н. и др. Комплексная переработка шахтных вод с использованием мембранно-сорбционных методов. – М., 2011. – С. 311–315.
2. Пиксаева О.Н. Прогноз качества шахтных вод горного объединения «Снежноантрацит» и экологические последствия их сброса в поверхностные водотоки и рациональные методы очистки шахтных вод: выпускная работа магистра. – 2010.
3. Предельно допустимый сброс. – Зырянск: ЗГОК ТОО «Казцинк», 2017. – С. 100–150.

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ НА СООБЩЕСТВО ПРЕСНОВОДНЫХ ИНFUЗОРИЙ

С.В. Изенева, студентка каф. РЭТЭМ

Научный руководитель Т.В. Денисова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.

Томск, ТУСУР, sveta6339@yandex.ru

В настоящее время проблема загрязнения воды угрожает всему человечеству. Загрязнение вод различными веществами приводит к опасным и трудноразличимым заболеваниям. Одним из основных загрязнителей воды являются нефть и нефтепродукты. Нефть и нефтепродукты образуют на поверхности воды пленку, в воде появляется керосиновый запах. Легкие фракции растворяются в воде, тяжелые нефтепродукты откладываются на дне водоема. Нефтяная пленка изменяет физико-химические процессы: повышается температура поверхностного слоя воды, ухудшается газообмен. То есть загрязнение нефтью и нефтепродуктами создает значительную токсичную химическую нагрузку на воду [1].

Поэтому разработка и применение надежных способов контроля за состоянием гидросферы являются необходимым фактором для поддержания нормальной жизнедеятельности человека и окружающей среды.

Изучение влияния нефтепродуктов на цилиат имеет большую практическую значимость. Данные исследования могут быть использованы в целях биоиндикации водной среды. Метод основан на оценке степени их двигательной активности, выживаемости (изменения концентрации клеток в тестируемой воде по сравнению с контролем) [2]. Норма реакции инфузорий на факторы внешней среды высока и ответ организма осуществляется на клеточном уровне, что позволяет выявить негативное воздействие токсичных веществ на живую клетку [3].

Цель работы: определить влияние сырой нефти концентрацией 10 и 20% на численность инфузорий.

В осенний семестр 2016 г. был проведен первый пробный опыт. Для разведения инфузорий были использованы три трехлитровые банки при комнатной температуре, положительно влияющей на размножение инфузорий. В одной из них отстаивается вода, доливаемая взамен убывшей, а в двух поддерживалась культура инфузорий. Туфельки были культивированы на сушеной банановой кожуре.

Затем для разведения чистой культуры настоем с туфельками до середины была наполнена чистая емкость, в которую была вставлена чистая губка так, чтобы она слегка погрузилась в настой с инфузориями, а сверху еще была долита дистиллированная вода. Через некоторое время туфельки перебираются в свежую воду. Далее чистая культура была перелита в новый сосуд.

Перед тем как взять пробу туфелек из емкости, было проведено перемешивание жидкости для равномерного распределения инфузорий, затем культура бралась из середины сосуда из мест их наибольшей концентрации с помощью пипетки.

Для проведения эксперимента нами были приготовлены эмульсии сырой нефти следующих концентраций: 10 и 20%. Пресноводные инфузории были загрязнены сырой нефтью концентрацией в 10 и 20%, а также была одна контрольная емкость с инфузориями, живущими в чистой воде.

Эксперимент проводили в течение 3 дней при ежедневном прямом подсчете особей. В первый день в трех емкостях было подсчитано среднее количество инфузорий. Для этого из каждой баночки шприцем по 0,5 мл была отобрана культура инфузорий с повторностью в 5 раз для чистоты эксперимента. Равномерно на предметное стекло были нанесены капли с данной культурой, куда был положен небольшой

комочек предварительно расщепленной ваты. Вата служит препятствием для инфузорий, движение их замедляется, что облегчает наблюдения. Затем под микроскопом было подсчитано число инфузорий в каждой капле отдельно и было выведено среднее число инфузорий в каждом модельном растворе. Полученное значение пересчитывали на мл.

Спустя сутки средняя численность особей во всех пробах была примерно одинакова: 130 особей на 0,5 мл раствора.

На вторые сутки при наиболее низкой концентрации среднее число туфелек в одной пробе 0,5 мл незначительно увеличилось с 129 до 14 штук, а при концентрации в 20 % на следующие сутки существенных изменений не происходило. Было выявлено лишь чуть замедленное движение инфузорий.

На третьи сутки в сосуде с концентрацией нефти 10% также не происходило изменений, а в емкости с 20% было отмечено незначительное снижение количества простейших примерно на 10–13 штук.

Наибольшая численность клеток за все 3 дня наблюдалась в контрольной емкости без загрязнителя.

То есть низкие концентрации сырой нефти 10 и 20% в воде почти никак не сказываются на жизнедеятельности простейших или сказываются не сразу.

В результате данной апробации было решено внести поправки в проведение опыта на весенний семестр 2017 г. А именно установить пороговые концентрации загрязняющих веществ, чтобы определить ЛД-50 пресноводных инфузорий под воздействием сырой нефти, также наблюдать изменения их численности на 5, 15, 30, 60-й минутах и на следующие сутки после внесения загрязнителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Загрязнение* нефтью и нефтепродуктами объектов окружающей среды. Анализ сточных, природных вод, почв, донных отложений, атмосферного воздуха на содержание нефти, нефтепродуктов и других органических загрязнителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ooo-monitoring.ru/news/release374.html> (дата обращения: 25.02.2017).

2. *Воробьев Д.С.* Влияние нефти и нефтепродуктов на макрозообентос // Изв. Том. политехн. ун-та. – 2006. – № 3. – С. 42–45.

3. *Попова Л.А.* Развитие инфузорий на различных субстратах в условиях нефтяного загрязнения // Экология моря. – 2007. – Вып. 79. – С. 79–84.

УСТОЙЧИВОСТЬ СООБЩЕСТВ НЕМАТОД К ХРОНИЧЕСКИМ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯМ

С.А. Калашиникова, аспирантка;

Д.А. Ключева, студентка каф. РЭТЭМ

Научный руководитель А.Г. Карташев, проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н.

Томск, ТУСУР, svetik_antropova@mail.ru

Нефть и нефтепродукты нарушают экологическое состояние почвенных покровов и деформируют структуру биоценозов. В результате интоксикации легкими фракциями нефти почвенные бактерии, а также беспозвоночные почвенные микроорганизмы и животные не в состоянии качественно выполнять функции в ландшафте [1]. Почвенные нематоды могут быть использованы для оценки состояния почв и мониторинга изменений окружающей среды в качестве биологического теста [2–4]. Нематоды чувствительны к изменению среды обитания, имеют короткий цикл развития, не мигрируют, встречаются повсеместно. В зависимости от условий среды изменяются численность и родовой состав нематод.

Материалы и методы. Отбор проб проводился в городе Томске в смешанном мелколиственном лесу. Для оценки влияния различных доз нефти на почвенных нематод в естественных условиях заложены модельные площадки. Площадки располагались на ровной поверхности без кочек и ям, без подроста и подлеска. Почва представлена светло-серым лесным видом. Каждый выделенный квадрат равномерно загрязнялся товарной нефтью, одноразовым внесением, с концентрациями 50, 100 и 200 г/кг. В качестве контрольных площадок использовались незагрязненные участки почвы в пределах выбранной модельной площадки. Отбор почвенных проб осуществляли ежемесячно в период с 25.04 по 10.10 2016 г. в двух точках на каждом загрязненном участке и на контрольных участках. Подсчет и анализ почвенных нематод проводились с использованием цифрового микроскопа Motic DM-BA 300, статистическая обработка полученных результатов проводилась в табличном процессоре Microsoft Excel и Statistica 7.1 [5–8].

Результаты и обсуждение. При хроническом влиянии товарной нефти на сообщества почвенных нематод происходит изменение в трофической структуре и численности. Плотность популяций нематод за период исследования с апреля по октябрь изменялась в широких диапазонах. Минимальные значения общей численности нематод зафиксированы в октябре и составляли 527 экз./100 г почвы, максимальные значения отмечены в июле – 13,5 тыс. экз./100 г почвы. Фауна почвенных нематод в загрязненных нефтью участках характеризуется не-

высоким таксонометрическим разнообразием. В зависимости от периода исследований количество таксонов изменялось от 11 до 16. В незагрязненных контрольных участках обнаружено 26 родов почвенных нематод. Таксонометрическое разнообразие почвенных нематод представлено в таблице.

Рода почвенных нематод за вегетационный период

Рода почвенных нематод	Концентрация внесенной нефти, г/кг				Эколого-трофические группы нематод [Yeates et al., 1993]
	0	50	100	200	
Coslenchus	+	+	+	+	Асп
Lelenchus	+	+	+	+	Асп
Filenchus	+	+	+	+	Асп
Plectus	+	+	+	—	Б
Chiloplacus	+	+	+	+	Б
Acrobeles	+	—	—	—	Б
Acrobeloides	+	+	+	+	Б
Panagrolaimus	+	+	—	—	Б
Eucephalobus	+	—	—	—	Б
Cephalobus	+	+	+	+	Б
Aphelenchoides	+	+	+	+	М
Aphelenchus	+	+	+	+	М
Heterocephalobus	+	+	+	+	Б
Mesodorylaimus	+	—	—	—	П
Eudorylaimus	+	+	—	—	П
Criconema	+	—	—	—	Пр
Paratylenchus	+	+	+	+	Пр
Cervidellus	+	—	—	—	Б
Mesorhabditis	+	—	—	—	Б
Wilsonema	+	—	—	—	Б
Prismatolaimus	+	—	—	—	Б
Diphtherophora	+	—	—	—	М
Tylencholaimus	+	—	—	—	М
Clarkus	+	—	—	—	Х
Mononchus	+	—	—	—	Х
Tylenchus	+	+	+	+	Асп
Всего таксонов	26	13	12	11	

Примечание. Б – бактериотрофы; М – микотрофы; П – политрофы; Х – хищники; Пр – паразиты растений; Асп – нематоды, ассоциированные с растением [8].

Анализ данных, представленных в таблице, позволяет отметить снижение численности родов почвенных нематод при внесении нефти в почву. Необходимо отметить значительную элиминацию родов нематод при увеличении концентрации внесенной нефти. При концен-

трации нефти 50 г/кг число родов уменьшается на 50%, при концентрации 100 г/кг – на 54%, при концентрации 200 г/кг – на 58%. Рассматривая трофическую структуру сообществ почвенных нематод, необходимо отметить, что бактериотрофы встречаются на всех исследуемых участках, включая загрязненную почву. Частичная элиминация бактериотрофов происходит при концентрации нефтезагрязнений 50 г/кг. На загрязненных участках почвы устойчивой по численности группой являлись нематоды, ассоциированные с растением. На загрязненных участках при всех исследуемых концентрациях преобладали микотрофы, несмотря на элиминацию двух родов. Необходимо отметить изменения на 4-м и 5-м месте в ряду доминирования. В загрязненных участках на протяжении всего периода вегетации паразиты растений преобладают над политрофами. Хищников в загрязненных участках обнаружено не было.

Следовательно, в зависимости от устойчивости к нефтезагрязнениям выявлена следующая трофическая последовательность: Аср, М, Б, Пр, П, Х. При элиминации 7 родов бактериотрофов за счет внесения нефти численность оставшихся родов из группы бактериотрофов доминирует.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ежелев З.С.* Свойства и режимы рекультивированных после разливов нефти почв Усинского района Республики Коми: дис. ... канд. биол. наук. – М., 2015. – 142 с.
2. *Романенко Е.Н.* Фауна почвенных нематод и почвенно-экологические закономерности их распространения: автореф. дис. . канд. биол. наук. – Москва, 2000. 27 с.
3. *Рысс А.Ю.* Корневые нематоды семейства Pratylenchidae и вопросы эволюции надсемейства Noplolaimoidea: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1982. – 23 с.
4. *Соловьева Г.И.* Экология почвенных нематод. – Л.: Наука, 1986. – 247 с.
5. *Груздева Л.И., Матвеева Е.М., Коваленко Т.Е., Сушук А.А.* Нематоды как индикаторы состояния и степени изменений почвенной экосистемы в условиях Северо-Запада России // Успехи современной биологии. – 2010. – Т. 130, № 1. – С. 100–112.
6. *Кириянова Е.С., Краль Э.Л.* Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. – Т. I. – Л.: Наука, 1969. – 447 с.
7. *Сушук А.А.* Почвенные нематоды трансформированных экосистем Карелии: дис. ... канд. биол. наук. – Петрозаводск, 2009.
8. *Yeates G.W., Bongers T., De Goede R.G.M., Freckman D.W., Georgieva S.S.* Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists // J. Nematol. – 1993. – Vol. 25. – P. 315–331.

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ НА СООБЩЕСТВА ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Д.А. Ключева, студентка каф. РЭТЭМ

Научный руководитель Т.В. Денисова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.

Томск, ТУСУР, klyuyeva.diana@mail.ru

Проект ГПО-1401 «Биоиндикация состояния окружающей среды»

Отрицательное воздействие нефтедобычи предопределено естественной деградацией почвенного покрова на участках разлива нефти и воздействием ее компонентов на сопредельные среды [2. С. 643]. Легкие фракции нефти и нефтепродуктов, богатые бензином, обладают повышенной токсичностью для живых организмов. Летучие фракции проявляют эффект сразу после контакта с почвой и ее обитателями [3. С. 120]. Вследствие своего многообразия, широкого распределения и приспособленности к различным видам питания почвенные нематоды осуществляют важные биогеоценотические функции. В связи с этим, фауна нематод приобретает большое значение с точки зрения биоиндикации различных почвенно-экологических условий [4. С. 183].

Целью данной работы являлось изучить влияние нефтезагрязнения на сообщество почвенных нематод.

Для исследования влияния нефтепродуктов на сообщество почвенных нематод в естественных условиях была выделена условная площадка на правом берегу р. Томи, разделенная на однородные квадраты 10 см² и глубиной 10 см, которые были загрязнены следующими дозами нефти, сеноманской воды, бензина: 50, 100, 200 г/кг. Параллельно использовалась аналогичная условная площадка с незагрязненной почвой. Нефтепродукты вносились равномерно по почвенному профилю на одинаковую глубину.

Взятие проб для анализа численности сообществ почвенных нематод проводилось в двух точках с поверхностного горизонта, для статистической достоверности. Пробы отбирались спустя 5 месяцев загрязнения. Выделение нематод проходило с помощью модифицированного метода Бермана. Фиксатор – ТАФ (триэтаноламин: формалин: вода в соотношении 2:7:91). Экспозиция выделения нематод составляет 2 суток. Численность нематод рассчитывалась на 100 г сырой почвы [1. С. 51]. Определение общей численности почвенных нематод осуществляли с помощью цифрового микроскопа Motic DM-BA300 с увеличением $\times 40$.

После предварительной обработки полученных результатов данные по динамике численности почвенных нематод с концентрациями нефти, сеноманской воды, бензина 50, 100, 200 г/кг и контрольного участка представлены на рис. 1.

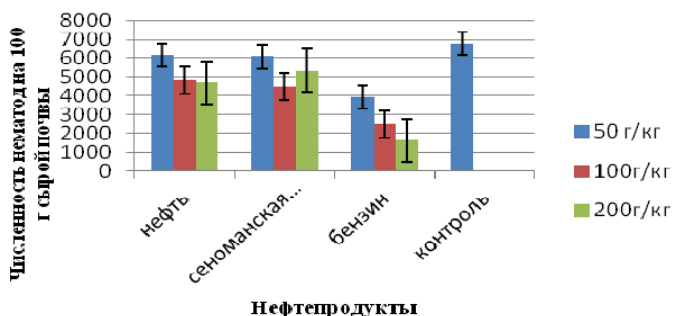


Рис. 1. Динамика численности почвенных нематод в зависимости от концентраций 50, 100, 200 г/кг нефти, бензина, сеноманской воды

Анализ данных, представленных на рис. 1, позволяет выявить особенности влияния нефтезагрязнений на почвенных нематод в зависимости от концентрации. В контрольных условиях численность почвенных нематод составляет 6793 экз./100 г сырой почвы. Сравнивая данные с контрольными значениями, можно выявить следующие изменения. Численность почвенных нематод при загрязнении нефтью 50 г/кг фактически не изменилась и средняя численность почвенных нематод составляет 6178 экз./100 г сырой почвы. С увеличением концентрации нефти 100 и 200 г/кг численность сообщества почвенных нематод уменьшилась на 35 и 30% соответственно. При загрязнении сеноманской водой концентрацией 50 г/кг аналогично загрязнению нефти численность уменьшилась на незначительное количество, в пределах 33%. С увеличением концентрации сеноманской воды 100 г/кг численность нематод по сравнению с концентрацией 50 г/кг уменьшилась на 1600 экз./100 г сырой почвы. При концентрации сеноманской воды 200 г/кг в сравнении с контрольным участком численность почвенных нематод уменьшилась на 1460 экз./100 г сырой почвы. Численность сообщества почвенных нематод при загрязнении бензином с концентрацией 50 г/кг меньше численности нематод в контрольном участке в 2 раза. С увеличением концентрации бензина 100 и 200 г/кг численность сообщества нематод уменьшилась в 1,5 раза.

При загрязнении почвы сеноманской водой и нефтью численность сообщества почвенных нематод варьируется фактически в одном диапазоне. Необходимо заметить, что при концентрации сеноманской воды 200 г/кг в сравнении с концентрацией нефти 200 г/кг численность почвенных нематод увеличилась на 632 экз./100 г сырой почвы.

Сравнивая данные загрязнения бензином и нефтью с концентрациями 50 и 100 г/кг, выявлено уменьшение численности почвенных нематод при загрязнении бензином в 2 раза, с увеличением концентра-

ции 200 г/кг численность нематод в сравнении с нефтью уменьшилась в 3 раза. Следовательно, воздействие бензина на сообщество почвенных нематод является более токсичным, чем влияние нефти.

На основании проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Повышенное количество углеводородов нефти расширяет питательные ресурсы, приводит к активации почвенных микробиологических процессов. При высоких концентрациях нефти проявляется токсическое влияние поллютантов.

2. При равных дозах внесения концентраций 50, 100, 200 г/кг бензин приводит к наибольшему уменьшению численности сообщества почвенных нематод, чем нефть и сеноманская вода.

3. Исследуемые концентрации сеноманской воды увеличивают численность родового разнообразия нематод. Показано, что в зависимости от концентрации сеноманских вод происходит изменение структуры почвенных сообществ нематод и численность уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Заялетдинова Н.А., Антропова С.А., Карташев А.Г.* Влияние нефтезагрязнений на сообщество почвенных инфузорий и нематод в лабораторных условиях / Вестник ВГУ. Сер.: Химия. Биология. Фармация. – 2016. – № 2. – С. 50–55.

2. *Шамраев А.В., Шорина Т.С.* Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды. – Оренбург, 2009. – С. 642–645.

3. *Карташев А.Г., Смолина Т.В., Черданцев А.Ю.* Влияние нефтезагрязнений на надпочвенных и почвенных беспозвоночных / Изв. Том. политехн. ун-та. – 2006. – С. 182–185.

4. *Савкина Е.В. и др.* Влияние нефтяного загрязнения на почвенные нематоды / Е.В. Савкина, С.С. Омаров, У.Ж. Джусипбеков, М.Т. Ошакбаев // Изв. науч.-техн. о-ва «Кахак». – 2001. – №4. – С. 118–124.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДЕТСКОМ ПИТАНИИ

А.А. Красильникова, К.А. Острась

Томск, Областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Томский промышленно-гуманитарный колледж», [tgpgk@tgpgk.tomsk.ru](mailto:tgpqk@tgpgk.tomsk.ru)

Детские врачи и производители детских фруктовых и овощных пюре придерживаются мнения, что для грудного ребенка наиболее оптимальным питанием являются детские консервы и соки. Многие

молодые мамы считают, что такое питание вредно и опасно для здоровья малыша. И встает вопрос: готовить самостоятельно или покупать готовые консервы? Что полезнее для здоровья малыша?

С одной стороны, преимуществами готового баночного питания являются простота и быстрота в приготовлении. В условиях острой нехватки времени или отсутствия навыков приготовления пищи для детей это очень удобно. Также новую пищу необходимо давать в маленьких количествах, и она всегда должна быть свежей и пюреобразной.

Но самым главным и важным преимуществом готового питания промышленного производства есть и остается его проверенное качество. Большинство родителей отдает предпочтение готовому питанию по той простой причине, что свято верит в качество детского питания. Как дело обстоит на самом деле?

Во всём мире питание, предназначенное для кормления маленьких детей, проходит множество стадий оценки безопасности и качества. Контролируются не только пюре или сок, оказавшиеся в баночке, но и само сырьё для его приготовления и процесс производства.

В России за проверку и сертификацию детского питания отвечает Институт питания РАМН.

Гигиенические требования безопасности к пищевой продукции, действующие в нашей стране, изложены в Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности пищевых продуктов» [1]. В соответствии с этим регламентом в продуктах детского питания, в частности плодоовощных консервах, нормируются такие показатели, как:

- токсичные элементы (тяжелые металлы – свинец, кадмий, мышьяк, ртуть, олово);
- пестициды (средства борьбы с сельскохозяйственными вредителями);
- нитраты (удобрения);
- микотоксины (токсины плесневых грибов).

Целью данной работы является оценка качества детских фруктовых пюре по показателю токсичных элементов.

С точки зрения медицинской и природоохранной важными характеристиками тяжелых металлов являются биологическая активность и токсичность.

Большинство тяжелых металлов поступает в окружающую среду в результате деятельности человека и оказывает на его организм токсическое и канцерогенное воздействие.

Кадмий рассеивается человеком вместе с минеральными удобрениями и фунгицидами, поступает с отходами от металлургических

предприятий и производств, в которых применяются кадмийсодержащие стабилизаторы, пигменты, краски.

Свинец накапливается в окружающей среде от выбросов металлургических и полиграфических предприятий, производств аккумуляторов, красящих пигментов.

Почвенный покров является хорошей депонирующей средой, в частности, для тяжелых металлов. Эти вещества могут перемещаться с грунтовыми и дождевыми водами, переходить в растения и, следовательно, в организмы животных и человека.

Доступность для растений тяжелых металлов связана с выделением корневыми клетками фермента редуктазы, который повышает кислотность почвы, в результате чего соли тяжелых металлов переходят в растворимое состояние [2].

Металлы распределяются по органам растений неравномерно. В наибольшей степени они накапливаются в листьях, что обусловлено переходом их в малоподвижную форму, разрушая хлорофилл, но могут аккумулироваться и в плодах. Этим объясняется наличие тяжелых металлов в детском пюре, которые переносят свои свойства на здоровье организма ребенка.

Содержание свинца и кадмия в пробах детского фруктового пюре определялось методом инверсионной вольтамперометрии в соответствии с методикой [3].

Основными этапами работы являются: отбор проб → пробоподготовка → подготовка прибора и электродов → проверка электрохимической ячейки на чистоту → анализ фона → анализ пробы → анализ пробы с добавкой → съемка вольтамперометрической кривой → расчет концентрации.

Результаты эксперимента сведены в таблицу, в последнем столбце которой указано нормативное значение.

Содержание свинца и кадмия в пробах детского фруктового пюре

Название пюре	Спеленок, яблоко	Fleur A, яблоко	Fleur A, яблоко-черника	Gerber, яблоко	Бабушкино лукошко, яблоко	Фрукто-няня, груша	Агуша, груша	Фрукто-няня, яблоко	ПДК, мг/кг
Pb ²⁺ , мг/кг	0,23830	0,05686	0,52120	0,04670	0,10930	0,26010	<0,03000	0,22720	0,30000
Cd ²⁺ , мг/кг	0,00105	0,00048	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,00318	<0,00005	0,00227	0,02000

Выводы. В ходе выполнения данной работы было проанализировано 8 образцов детских фруктовых пюре шести различных произво-

дителей, выпускающих продукцию под марками Fleur, Gerber, «Бабушкино лукошко», «Фруто-няня», «Спеленок» и «Агуша».

Результаты исследований проб детского питания показывают, что во всех образцах содержание кадмия не превышает нормативного значения, равного 0,02 мг/кг в соответствии с техническим регламентом о безопасности пищевой продукции [1], причем в образцах 3, 4, 5 и 7 концентрация иона кадмия меньше нижнего предела обнаружения согласно методике анализа [3].

Экспериментальные данные также свидетельствуют, что содержание свинца во всех пробах, кроме образца под номером 3, в котором зарегистрировано превышение концентрации ионов свинца в 1,7 раза по сравнению с ПДК (0,30 мг/кг), соответствуют требованию стандарта.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевых продуктов»* ТР ТС 021/2011.
2. *Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Титова В.И.* Тяжелые металлы: экотоксикология и проблемы нормирования / Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н. Новгород: ВВАГС, 2005. – 165 с.
3. *Методика количественного химического анализа проб пищевых продуктов на содержание цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии.* – Томск: ООО НПП «Техноаналит», 2000. – 36 с.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РАКОВИННЫХ АМЕБ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЕНОМАНСКИХ РАСТВОРОВ

Е.В. Кулюкина, аспирант каф. РЭТЭМ

Научный руководитель А.Г. Карташев, проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н.

Томск, ТУСУР, kuljukinaelena@rambler.ru

Раковинные амёбы относятся к группе устойчивых простейших и распространены повсеместно. При нефтеразработках наряду с нефтезагрязнениями распространены и разливы высокополимеризованных сеноманских растворов [1, 2]. Целью настоящей работы являлось исследование сеноманских растворов на видовое разнообразие сообщества раковинных амёб в серолесных почвах в естественных условиях. В результате исследования установлено снижение численности и видового разнообразия сообществ раковинных амёб при внесении различной концентрации сеноманских вод в почву.

Исследования проводились в естественных условиях при внесении концентраций сеноманских вод: 50, 100, 200 г/кг почвы при параллельном контроле. Порядок проведения отбора проб почвы и анализ численности раковинных амёб и видового состава проводились по стандартным методикам [3–6].

Раковинные корненожки – амебоидные организмы, строящие однокammerную раковинку с отверстием для выхода псевдоподий – цитоплазматических образований, служащих для передвижения и захвата пищи. Раковинных амёб от других групп простейших отличает наличие раковинки, благодаря которым они освоили наземные экосистемы. Строение тестаций простое: однокammerная раковинка с цитоплазматическим телом, в котором одно или несколько ядер. Раковинки бывают нескольких типов: органические, идиосомные и ксеносомные. Морфология раковинок зависит от свойств биотопа, в частности от запаса влаги. Различают следующие морфологические типы раковинных амёб: *трахелостомный тип*, раковинки которых имеют дугообразное устье, и состоят из шейки и брюшка. *Арцеллоидный тип* – раковинки имеют уплощенно-дисковидную форму. Имеет радиальную симметрию. *Акростомный тип* – раковинки с терминально-расположенным устьем при осевой симметрии. *Циклостомный тип* – раковинки со сферической формой с уплощенной вентральной поверхностью и центрально расположенным устьем. *Плагистомный тип* делится на простую – где полость раковинки не разделена на брюшко и козырек, и сложную форму – с козырьком, у которого псевдостома прикрыта выступом дорзальной стенки [7].

Изменение видового разнообразия раковинных амёб при внесении различной концентрации сеноманских вод в период исследований представлено в таблице.

Изменение видового разнообразия раковинных амёб при действии сеноманских растворов

Виды раковинных амёб	Концентрации растворов, г/кг				Особенности строения	
	0	50	100	200	Морфотип	Раковинка
<i>Euglypha anodonta</i>	+	+	+	+	Акс*	Однокammerная
<i>Chlamydohrys minor</i>	+	+	+	+	Плк*	Однокammerная
<i>Phryganella acropodia</i>	+	+	+	+	Ц*	Однокammerная
<i>Cryptodiffugia compressa</i>	+	+	–	–	Плк*	Однокammerная
<i>Cyclopyxis aroeloides</i>	+	+	+	+	Ц*	Двухкammerная
<i>Nebela dentistoma</i>	+	+	+	+	Акс*	Однокammerная
<i>Nebela militaris</i>	+	+	+	+	Акс*	Однокammerная
<i>Nebela lageniformis</i>	+	+	+	+	Акс*	Однокammerная
<i>Nebela collaris</i>	+	+	–	–	Акс*	Однокammerная
<i>Centropyxis vandeli</i>	+	+	+	+	Плк*	Двухкammerная
<i>Plagiopyxis glyphostoma</i>	+	+	+	+	Крк*	Двухкammerная
<i>Cyclopyxis eurytoma</i>	+	+	+	+	Ц*	Двухкammerная
<i>Euglypha laevis</i>	+	+	+	–	Акс*	Однокammerная
<i>Trinema lineare</i>	+	+	+	–	Плк*	Однокammerная
<i>Trinema complanatum</i>	+	+	–	–	Плк*	Однокammerная
<i>Centropyxis aerophila</i>	+	+	+	+	Плк*	Двухкammerная

В серолесных почвах в течение весеннее-осеннего периода наблюдалось 16 видов раковинных амёб: *Euglypha anodonta*, *Chlamydohprys minor*, *Phryganella acropodial*, *Cryptodiffugia compressa*, *Cyclopyxis aroelloides*, *Nebela dentistoma*, *Nebela militaris*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Centropyxis vandeli*, *Plagiopyxis glyphostoma*, *Cyclopyxis eurytoma*, *Euglypha laevis*, *Trinema lineare*, *Trinema complanatum*, *Centropyxis aerophila*, представленных 9 родами: *Euglypha*, *Chlamydohprys*, *Phryganella*, *Cryptodiffugia*, *Nebela*, *Centropyxis*, *Plagiopyxis*, *Cyclopyxis*, *Trinema*.

Доминирующими по численности являлись виды *Phryganella acropodia*, *Cyclopyxis aroelloides*, *Nebela dentistoma*. К субдоминантам можно отнести *Euglypha anodonta*, *Centropyxis vandeli*, *Trinema lineare*. К малочисленным видам относятся *Chlamydohprys minor*, *Cryptodiffugia compressa*, *Plagiopyxis glyphostoma*.

Таким образом, на основании проведенных исследований по хроническому влиянию сеноманских растворов на сообщества раковинных амёб установлено снижение численности и видового разнообразия тестаций в зависимости от концентрации минерализованных растворов.

Установлено сокращение видового разнообразия сообществ раковинных амёб: при концентрации сеноманских растворов, равных 100 г/кг в пределах 3 видов, при концентрации, равной 200 г/кг 5 видов.

Выявлены неустойчивые к солевым загрязнениям виды тестаций *Euglypha laevis*, *Trinema lineare*, *Trinema complanatum*, *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela collaris*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Залялетдинова Н.А., Карташев А.Г. Влияние экологических факторов на сообщества почвенных инфузорий. – Томск: ТУСУР, 2016. – 146 с.
2. Карташев А.Г., Смолина Т.В. Влияние нефтезагрязнений на почвенных беспозвоночных животных. – Томск: В-Спектр, 2011. – 145 с.
3. Государственный стандарт Союза ССР. Почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vashdom.ru/gost/26423-85> (дата обращения: 10.11.2016).
4. Агротехнические методы исследования почв. – М.: Наука, 1965. – 436 с.
5. Bonnet L., Thomas R. Thécamoebiens du sol // Vie et Milieu. Suppl. – 1960. – № 5. – PP. 1–113.
6. Lechowicz M., Bell G. The ecology and genetics of fitness of forest plants. II. Microspatial heterogeneity of the edaphic environment // Journal of Ecology. – 1991. – Vol. 79. – PP. 687–696.
7. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения. – М.: Наука, 1985. – 79 с.

ИЗУЧЕНИЕ БИОТОПИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СООБЩЕСТВ РАКОВИННЫХ АМЁБ В ХВОЙНЫХ ЛЕСАХ

Т.Е. Лушникова, студентка

Научный руководитель Т.В. Денисова, доцент, к.б.н.

Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, ltethte100@gmail.com

Простейшие – одноклеточные организмы – являются одними из самых многочисленных представителей живого мира в общей биомассе. Их клетки выполняют функции целого организма. Раковинные амёбы являются одними из немногих почвенных беспозвоночных, которые являются первичными деструкторами целлюлозы и лигнина, они принимают участие в гумификации трудно разлагаемых сортов гумуса в лесных почвах. Кроме того, функциональную роль тестаций рассматривают как важный фактор, определяющий темпы биотрансформации и синтеза, минералов в современной динамике таёжных лесов. Раковинные амёбы активно заселяют верхние горизонты почв лесных и луговых местообитаний, достигая во многих из них высоких значений численности, биомассы и видового разнообразия. Раковинные амёбы среди почвенных простейших являются одним из самых удобных объектов для почвенно-зоологических исследований, что связано с наличием твёрдой раковинки, сохраняющейся в почве даже после отмирания самой амёбы и дающей сведения не только о таксономическом статусе организма, но и о составе жизненных форм и экологических групп в локальной фауне [1].

Целью данного исследования являлось изучение распределения и видового состава раковинных амёб в биотопах ельника и сосняка.

Исследование проводилось в течение летнего сезона 2016 г. в Томской области, на верхнем ярусе над р. Томь, один раз в месяц. Для исследования микростанциального распределения раковинных амёб были выбраны почвы под кронами сосны и ели. Образцы почвы для исследования численности и видового состава почвенных беспозвоночных отбирались в светло-серых лесных почвах. Пробы взяты по следующей схеме: выбирался наиболее характерный участок леса, и на линии между двумя деревьями прокладывалась трансекта (табл. 1, 2).

На территории, где происходил отбор проб, не было обнаружено мохово-лишайниковых покровов.

Присутствует редкий травяной ярус, подлесок отсутствует.

Учет раковинных амёб осуществлялся прямым микрокопированием почвенной суспензии с использованием светового микроскопа «Биомед 3» и цифрового микроскопа Motic DM-BA300 с увеличением (×40) в 14 квадратах, расположенных крестообразно по диагонали

чашки. Общее количество амёб, а также отдельных видов амёб в навеске почвы определяется по формуле $N/14 \times S$, где N – число раковин в 14 квадратах, а S – площадь дна чашки. При анализе свежей почвы необходимо учитывать процент влажности [2].

Таблица 1

Общая характеристика исследуемых участков

Месяц	Сосняк	Ельник	Гранулометрический состав
Влажность			
Июнь	7,04%	12,37%	Суглинок средний
Июль	10,29%	18,42%	Суглинок средний
Август	10, 11%	18,42%	Суглинок средний

Таблица 2

Общая характеристика модельных деревьев

Вид дерева	Возраст	Высота, м	Радиус кроны, м	Количество подроста, %
Ель	20	12	5,5	35
Сосна	55	26	3,9	30

Среди выделенных родов раковинных амёб в течение всего периода исследования доминирующими являются: *Cyclopyxis* и *Centropyxis*. Наименьшая численность наблюдается у рода *Trinema*. Следует отметить, что наибольшая численность сообщества раковинных амёб наблюдалась в июле, наименьшая численность – в июне, что обусловлено изменением гидротермического режима.

Таким образом, в подкроновой зоне ели и сосны выявлено 23 вида раковинных амёб. Это подтверждает приуроченность морфотипов к определенным местам обитания, в данном случае к гумусовым горизонтам почв, имеющих значительную мощность. Распределения раковинных амёб в подкроновой зоне ели аналогично распределению в подкроновой зоне сосны, их численность коррелирует по гидротермическому режиму.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазей Ю.А., Цыганов А.Н. Пресноводные раковинные амёбы. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 300 с
2. Методика исследования раковинных корненожек (testacida) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/metodika-issledovaniya-rakovinnykh-kornenozhek-testacida/> (дата обращения: 04.02.2017).
3. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 90 с.
4. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Определитель почвообитающих раковинных амёб. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 88 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДЗЗ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ДЕГРАДАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ПРИМЕРЕ СНЕЖНЫХ ОТВАЛОВ г. ТОМСКА

Н.С. Ушакова, аспирантка; Е.С. Макарецова, студентка каф. ГИГЭ

Научные руководители: О.А. Пасько, проф., д.с.-х.н.,

О.С. Токарева, доцент, к.т.н.

Томск, НИ ТПУ, elena.makartsova.95@yandex.ru

На территории г. Томска, как и на территории большинства сибирских городов, продолжительность залегания снежного покрова составляет в среднем около 170 дней, а его высота обычно достигает отметки 60 см или более. Снег с дворов и улиц города вывозят и складывают на специальных площадках, снежных отвалах (СО). Вывозимый снег содержит в себе различного рода загрязнения, которые во время его таяния приводят к загрязнению почв, а возможно, и грунтовых вод, территорий СО, деградации растительного покрова и создают экологическую угрозу жизни населения.

Целью данной работы является выявление и оценка деградации растительного покрова на территории снежных отвалов с помощью ДЗЗ.

Объектами исследования являются территории снежных отвалов, расположенные по адресам: пересечение ул. Ивановского и ул. Высоцкого (СО1), ул. Мостовая, 40а (СО2), пос. Хромовка, 35/2 (СО3), а также фоновые участки, расположенные вблизи каждого снежного отвала.

Методы исследования. Состояние растительного покрова территории СО оценивалось по снимкам высокого пространственного разрешения, полученным с картографического сервиса Google Earth. Анализ почвенных образцов с территорий СО проводился лабораторным методом, а именно: гранулометрический состав определяли ареометрическим методом, кислотность почв – анализатором кислотности АНИОН-7051. Для верификации данных космического зондирования участков снежных отвалов проводили наземные исследования [1]. Методы изучения растительности заключались в составлении геоботанических описаний, указании параметров проективного покрытия и степени развития видов [2]. Было составлено 96 описаний растительных сообществ.

В предыдущих исследованиях с помощью данных ДЗЗ были определены ранее неизвестные годы образования СО. Установлено, что СО1 образовался в 2006 г., СО2 – в 2007 г., СО3 – в 2010 г.

Лабораторные исследования почвенных образцов с СО выявили их защелачивание и изменение гранулометрического состава – преобладает фракция с размером частиц 0,1–0,05 мм (мелкий песок), к при-

меру, на СО3 она составляет 72%. Как известно, песчаные почвы мало лодородны и высокоаэрируемы, что отразилось на видовой насыщенности растений.

Анализ космических снимков на глубину почти в 10 лет выявил значительную деградацию растительного покрова на каждом из СО. Установлено, что на территории СО1 площадь растительного покрова уменьшилась на 74% от исходной площади, на СО2 – на 82%, на СО3 – на 81%.

Наземные обследования выявили, что на всех СО развиваются пионерные группировки растений, характеризующиеся низким проективным покрытием (1–15%) и снижением видовой насыщенности (5–20). Обращает на себя внимание факт общности основной группы растений для разных пространственно далеко расположенных СО. Фильтром, экотопологически определяющим видовую насыщенность [3] локального растительного сообщества, на наш взгляд, являются сходные экстремальные условия: высокая влажность, переохлаждение почвы в начальный период развития, щелочная реакция и засоленность почвы, отсутствие гумуса, преобладание песка. Оценка видов в пионерных группировках разных СО выявила их сходство и четкую дифференциацию в зависимости от условий произрастания.

Наиболее часто на почвах встречаются представители семейств Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae, Rosaceae, Chenopodiaceae, Salicaceae, Onagraceae, Polygonaceae и Lamiaceae (рис. 1, 2).



Рис. 1. Общий вид СО3

Подавляющее число пионерных растений относится к следующим видам: *Artemisia sieversiana*, *Cardu uscrispus*, *Echium vulgare*, *Medicago lupulina*, *Salso lacollina*, *Sonchu sarvensis*, *Taraxacum officinale* и

Tussilago farfara. Их особенностью является семенной способ размножения. Факторы, сократившие видовое богатство растительных сообществ по сравнению с фоном, свидетельствуют о неоптимальности экологических условий [4] для роста и развития растений.



Рис. 2. Растительный покров фонового участка (а) и СО₂ (б)

В результате обследования сделан вывод, что на СО происходит не только интенсивное сокращение площади растительного покрова, выявленное с помощью ДЗЗ, но и, как показали наземные обследования, снижение видовой насыщенности сообщества. Перечень видов на разных территориально отдаленных участках стабилен. Тенденции развития деградации почвы на территории СО устойчивы и однонаправлены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макарецова Е.С., Гапонов Е.А. Анализ состояния территории снежных отвалов с использованием спутниковых и наземных данных // Экология России и сопредельных территорий: матер. XXI Междунар. экологической студенческой конф., Новосибирск, 28–30 октября 2016. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2016 – Т. 1. – 142 с.
2. Манаков Ю.А. Анализ пионерной стадии сингенеза на отвалах песчаных пород // Вестник Алтайского гос. аграрного ун-та. – 2010. – № 5 (67). – С. 49–54.
3. Zobel M., Kalamees R. Diversity and dispersal – can the link be approached experimentally? // Folia Geobotanica. – 2005. – Vol. 40. – PP. 3–11.
4. Grime J.P. FRS. Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. – Chichester: New York: Weinheim; Brisbane; Singapore; Toronto: John Wiley & Sons, LTD, 2001. – 417 p.

ЗООПЛАНКТОН ОЗЕРНЫХ ВОД ГОРОДА ТОМСКА

Д.А. Макеева, студентка

Научный руководитель Т.В. Денисова, доцент

Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, dashamackeeva@yandex.ru

Изучение влияния инфраструктуры города на подземные и поверхностные воды, атмосферный воздух, почву, флору и фауну наглядно подтверждает, что, несмотря на развитие науки и техники, городских коммуникаций и современную застройку, экологическое состояние основных природных компонентов ухудшается. Такая обстановка особенно влияет на поверхностные воды города, так как в них с поверхностным ливневым стоком поступают химические и биогенные элементы, которые пагубно влияют на качество воды. Усугубляют экологическое состояние водоемов и водотоков промышленные и коммунальные предприятия города, сбрасывая сточные воды даже после их очистки.

Применяемые в настоящее время методы анализа не дают возможности определить все известные и искать неизвестные виды загрязнителей воды, биологические же объекты реагируют на все виды загрязнений независимо от их природы, поэтому методы биологического анализа наиболее полно отражают качество поверхностных вод [1].

Актуальность этого исследования связана с тем, что качество поверхностных вод г. Томска в большинстве случаев не соответствует нормативным требованиям. Чаще всего это связано с поступлением сточных вод, которые содержат большие концентрации железа, марганца, органических веществ. В связи с этим воды рек и озер на территории г. Томска могут быть источником загрязнения подземных питьевых вод (при наличии гидравлической связи) и причиной возникновения некоторых заболеваний, связанных с культурно-бытовым использованием воды. Такое состояние водных объектов пагубно влияет на водные экосистемы [2].

Зоопланктон играет важную роль в функционировании водных экосистем, принимает участие в цепях питания, играет значительную роль в самоочищении водоемов. Снижение качественного и количественного состава зоопланктонного сообщества происходит вследствие химических загрязнений и эвтрофикации. Поэтому биоразнообразие и биомассу зоопланктона можно использовать как индикатор качества вод.

Целью работы является определение видов и количества особей зоопланктона в пробах озерных вод г. Томска.

Исследование проводилось в осенний период 2016 г. на озерах г. Томска: Керепеть, Мавлюкеевское, Еренеевское и Луговое.

Сбор проб осуществлялся в прибрежной зоне с помощью конической планктонной сети Апштейна (использовалась органза) путем фильтрации (около 100 л) воды.

В лабораторных условиях для каждого водного объекта были определены виды зоопланктона и их численность. Количественный учет осуществлялся путем подсчета их под микроскопом. Для установления вида организмов использовался определитель В.Р. Алексеева и С.Я. Цалолихина «Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России» [3].

Виды и количество особей зоопланктона в пробах озерных вод г. Томска

Виды зоопланктона	Численность особей в озерах			
	Керепеть	Мавлюкеевское	Еренеевское	Луговое
<i>Macrocyclus albidus</i>	17	16	44	12
<i>Acanthocyclus viridis</i>	7	9	27	9
<i>Daphnia magna</i>	5	7	11	6
<i>Macrocyclus fuscus</i>	0	9	19	0
<i>Bursaria truncatella</i>	0	1	0	0
<i>Daphnia pulex</i>	0	0	8	5
<i>Asplanchna sieboldi</i>	0	0	2	0
<i>Eucyclops Overview</i>	0	0	1	1
<i>Nyctotherus ovaris</i>	0	0	1	0
Всего	29	42	113	33

Исходя из результатов исследования, можно сделать вывод, что наиболее загрязненным является озеро Керепеть (таблица). В нем обнаружено только 3 вида зоопланктона с численностью 29 особей. Такое состояние озера может быть связано с превышением в нем ПДК железа и азота аммонийного [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Руднев В.В. Зоопланктон как индикатор антропогенного воздействия города на качество речных вод // Научная электронная библиотека «Elibrary.ru» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=23292437> (дата обращения: 23.12.2016).
2. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.green.tsu.ru/dep/quality%20of%20the%20environment/kachestva/> (дата обращения: 29.12.2016).
3. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России / под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. – Т. 1// KMK Scientific Press Ltd Russian Federation, 2010. – С. 151–276.
4. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://green.tsu.ru/upload/File/ekoobzory/doklad_2016_web.pdf (дата обращения: 07.01.2017).

ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕНОМАНА НА МАЛЬКОВ ГУППИ

Е.Р. Моргунова, студентка

*Научный руководитель Т.В. Денисова, доцент, к.б.н.
Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, ekaterina_mg97@mail.ru
Проект ГПО-1401 «Биоиндикация окружающей среды»*

Целью данной работы является выявление воздействия сеномана на мальков гуппи.

Исследования проводились в г. Томске, на территории главного корпуса ТУСУРа, в лаборатории 416/2. В качестве тест-объекта были выбраны живородящие рыбки гуппи – *Poecilia reticulata* Peters в возрасте не старше 2 суток (24–48 ч). Гуппи – широко распространенная аквариумная живородящая рыба. Выдерживает значительные колебания солености. Изменение солености от 0 до 20‰ гуппи переносят без адаптации. Для содержания гуппи используют термостатированные аквариумы, обеспечивающие плотность посадки тест-объектов из расчета 1–2 дм³ воды на 1 экземпляр, производителей – не менее 4 дм³ на 1 экземпляр. Аквариум заполняют отстоянной и проаэрированной в течение 7 сут природной или искусственной морской водой необходимой солености, pH 8,0–8,5, температура 25–27 °С. Каждые три дня часть воды (1/4–1/5 часть) заменяют свежей. Первоначальный объем воды в аквариумах поддерживают, доливая дистиллированную воду вместо испарившейся и контролируя соленость с помощью солемера. Ил со дна аквариума убирают регулярно при помощи сифона.

Эксперимент был начат 14.09.16. Спустя несколько часов после появления на свет мальков в аквариум с 15 экземплярами было внесено 0,5 мг/л сеноманской воды. Следующая концентрация объемом 1 мл/л была внесена 19.09.16, где насчитывалось 20 мальков. По прошествии 2 суток для контроля был выбран аквариум с 15 новорожденными рыбами в качестве контроля и внесена концентрация 3 мл/л в аквариум с рожденными на несколько часов позже мальками. Наибольшая концентрация в сентябре объемом 5 мл/л была внесена 23.09.16. При внесении начальных концентраций в течение данного эксперимента, длившегося 30 суток, мальки не отставали в развитии, не было выявлено нарушений формирования внутренних органов, туловища, плавников. Особи, служившие контролем, развивались наравне с рыбами с концентрациями сеномана. В течение 30 суток с начала эксперимента смертность оставалась нулевой. Далее вода с различными концентрациями была заменена на обычную воду, видимых изменений в поведении или самочувствии рыб не было отмечено. В ноябре,

спустя 30 суток, концентрации были увеличены на 20%. Повторное наблюдение, длившееся 14 суток, показало, что при данных концентрациях не были отмечены изменения, особи устойчивы к данным концентрациям, т.е. влияние на рост и развитие мальков при воздействии различных концентраций отсутствовало, данный вывод был подтвержден последующим увеличением концентраций на 20%. Исходя из полученных данных эксперимента, можно сделать вывод: мальки живородящих гуппи более устойчивы и адаптированы к окружающей среде – это обусловлено их прямым развитием, поэтому пагубное влияние данных концентраций сеномана отсутствовало, несмотря на то, что при тех же самых концентрациях у ранее исследуемых икринок, а затем и личинок золотых рыбок эксперимент длился всего 6 суток, так как за такой короткий срок была достигнута ЛД100.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пряжевская Т.С., Черкашин С.А.* Влияние нефтеуглеводородов на ранний онтогенез рыб // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). – 2007. – Т. 149. – С. 359–365.
2. *Анисимова И.М. Лавровский В.В.* Ихтиология. Основные звенья жизненного цикла рыб. Размножение и развитие рыб. – М.: Высшая школа, 1983 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://zoomet.ru/ixt/ixtiolog_79.html
3. *Каниева Н.А.* Физиологические механизмы адаптации рыб к влиянию каспийской нефти: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Астрахань, 2004. – 48 с.
4. *Аквариумная гидрохимия* // Биотестирование в домашних условиях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vitawater.ru/aqua/hydro/biotest1.shtml>

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА ПЭУ «БИШКЕКВОДОКАНАЛ»

Л.Н. Нагманова, студентка

Научный руководитель Т.В. Денисова, доцент, к.б.н.

Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, lilya_0502@mail.ru

Сточной водой называется вода, использованная на бытовые или производственные нужды и получившая при этом загрязнения, которые изменяют ее первоначальный химический состав или физические свойства. К сточным водам также относят загрязненные воды атмосферных осадков, воду от поливки улиц и мытья машин автотранспорта. В высокоразвитых в индустриальном отношении странах количество производственных сточных вод значительно больше, чем бытовых. Состав бытовых сточных вод достаточно однотипен и устойчив вследствие относительного однообразия хозяйственной деятельности человека. Состав же производственных сточных вод весьма разнообразен и

зависит не только от вида производства, но и от принятого технологического процесса.

Целью данной работы является исследование очистки сточных вод на производственно-эксплуатационном управлении «Бишкекводоканал».

Система водоотведения г. Бишкек – это сложный инженерный комплекс, состоящий из сооружений по приему, транспортировке и очистке сточных вод. Санитарное благополучие города невозможно без хорошо отлаженной, надежной работы канализационной системы, включающей канализационные сети, насосные станции, напорные и самотечные трубопроводы и очистные сооружения.

Производственно-эксплуатационное управление (ПЭУ) «Бишкекводоканал» осуществляет водоснабжение, прием и очистку сточных вод города. Город Бишкек снабжается питьевой водой с 35 водозаборов Орто-Алышского и Ала-Арчинского месторождений подземных вод. По состоянию на 01.01.2017 г. управлением эксплуатируется 300 артезианских, транспортирование питьевой воды осуществляется по системе трубопроводов различных диаметров протяженностью 1 386 км. На 12 водозаборах имеются насосные станции 2-го подъема, для водоснабжения высотных жилых домов имеются 239 повысительных насосных станций.

Большое внимание уделяется качеству питьевой воды, подаваемой населению, которая в целом соответствует нормативам. Контроль качества питьевой воды осуществляется на соответствие требованиям Технического регламента «О безопасности питьевой воды» и ГОСТа 2761–84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора».

За 2016 г. химико-бактериологическая лаборатория «Бишкекводоканала» осуществляла контроль качества питьевой воды, подаваемой населению г. Бишкек, согласно рабочей программе на 2016–2020 гг., согласованной с Центром санэпиднадзора г. Бишкек, в том числе:

- с водозаборов и распределительной сети было отобрано 11 037 проб;
- контроль качества хлорирования производился на 16 водозаборах;
- выполнено 6 036 анализов по определению активного остаточного хлора на водозаборах и распределительной сети;
- контроль работы 24 бактерицидных установок осуществлялся на 19 водозаборах;
- проверено качество питьевой воды в точках после устранения 566 аварий, прохлорировано и промыто 627 тупиковых линий и участков;

– выполнено 32 686 анализов проб питьевой воды по бактериологическим показателям и 75 956 анализов проб по химическим показателям.

Очистка сточных вод осуществляется на очистных сооружениях полной биологической очистки, производительностью 380 тыс.м³ стоков в сутки, протяженность городских канализационных сетей составляет 677 км. Химико-бактериологической лабораторией предприятия «Горканализация» осуществляется контроль за сбросом сточных вод в городскую систему водоотведения и качеством очистки сточных вод на очистных сооружениях города. За 2016 год лабораторией было выполнено 15 158 анализов сточных вод, в том числе было обследовано 87 промышленных предприятий и выполнено 946 анализов на соответствие ПДК сбрасываемых стоков в городскую систему водоотведения.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. ПЭУ «Бишкекводоканал» ведет активную экологическую политику, направленную на рациональное использование природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду.

2. Очистные сооружения предприятия обеспечивают очистку сточных вод до требуемых нормативных величин.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н.* Контроль качества воды: учеб. для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 160 с.

2. *Бишкекводоканал* [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://water.elcat.kg/> (дата обращения: 22.02.2017).

3. *Водоснабжение и водоотведение города Бишкек* // Журнал ПЭУ «Бишкекводоканал». – 2009.

4. *Мамбетова Р.Ш., Абдурасулов И.* Водоснабжение сельских населенных пунктов Кыргызской Республики // Символ науки. – 2016.

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА МОЛЛЮСКОВ РОГОВОЙ КАТУШКИ

Д.Г. Надирашвили, студент

Научный руководитель А.Г. Карташев, проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н.

Томск, ТУСУР, david17@sibmail.ru

Повышенный уровень УФ-излучения у поверхности Земли оказывает неблагоприятное влияние на живые организмы, снижает жизнеспособность, ускоряет старение, вызывает различные заболевания. На молекулярном уровне УФ-излучение может повреждать белки, липиды и углеводы, а также выступать в качестве активатора рецепторов цитокинов и факторов роста, запуская через них каскад реакций, приводя-

щих к апоптозу. Ультрафиолетовое излучение с длинами волн менее 285 нм поглощается озоновым слоем стратосферы и не достигает поверхности Земли. В настоящее время вследствие выброса в атмосферу промышленных загрязнений, особенно хлорсодержащих, произошло заметное разрушение озонового слоя, что привело к увеличению интенсивности коротковолнового УФ-излучения [1].

В данной работе рассматривается влияние ультрафиолетового излучения на стадии онтогенеза моллюсков роговой катушки (лат. *Planorbarius corneus*). Для этого необходимо рассмотреть следующие пункты: особенности эмбриологии моллюсков, онтогенез моллюсков, влияние УФ на эмбриональное развитие моллюсков и их онтогенез и особенности УФ-излучения [2].

Объектом исследования являлся моллюск роговая катушка (лат. *Planorbarius corneus*). Роговая катушка (лат. *Planorbarius corneus*) – вид сидячеглазых улиток из семейства катушек (*Planorbidae*). Распространены в пресных водоёмах от Европы до Центральной Азии. Самый крупный представитель семейства катушек в средней полосе России. Взрослые моллюски обладают дисковидными раковинами, вырастающими до нескольких сантиметров в диаметре, и высотой до сантиметра, раковина молодой особи больше похожа на цилиндр такой же высоты. Раковина роговой катушки имеет форму диска, толстые стенки раковины окрашены в коричневый цвет. Обычно раковины взрослой улитки достигают 4–5 оборотов, каждый последующий виток быстро утолщается. Шов между витками хорошо виден с обеих сторон. Диаметр катушки может достигать до 30 мм, высота доходит до 12 мм [3]. Тело этой улитки имеет красновато-коричневый цвет, усики такого же цвета, что и тело улитки. Зимуют на глубине 1–1,5 м, размножаются на 0,2–0,7 м. Размножение весной. Икра откладывается в круглые, светло-коричневые, студенистые кучки, заключающие в себе 30–40 икринок. Из икринок через шесть недель выходят маленькие, немного больше булавочной головки, улитки, которые растут довольно быстро. Таких студенистых кучек каждая катушка откладывает более 100 шт. [4].

Перед началом эксперимента были проведены необходимые измерения (таблица), где экспериментальная группа – это группа находящаяся под УФ-излучением, а контрольная группа – под обычным. Так же нужно отметить, что расстояние УФ-лампы до объекта исследования составляло 53 см.

Параметры измерения

Параметры	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Освещенность	500 лк	485 лк
Коэффициент пульсации	14%	0%

В ходе эксперимента в чашки Петри отбиралась икра кладки моллюсков на разных стадиях: дробление, трохофора, велигера, оседание в яйце. Была предоставлена икра в количестве 16 штук. Икра контрольной группы в количестве 8 штук находилась в нормальных условиях. Другие 8 штук являлись экспериментальной группой и постоянно находились под воздействием УФ излучения. В результате эксперимента было выявлено повышение смертности в экспериментальной группе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Википедия* – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ультрафиолетовое_излучение (дата обращения: 22.02.2017).
2. *Рупперт Э.Э.* Зоология беспозвоночных. Низшие целомические животные: функциональные и эволюционные аспекты: учеб. для вузов в 4 т. / Э.Э. Рупперт, Р.С. Фокс, Р.Д. Барнс; пер. с англ. Т.А. Ганф и др. ; под ред. А.А. Добровольского, А.И. Грановича. – М.: Академия. Т. 2: Низшие целомические животные. – 2008. – 437 с.
3. *Дырин В.А.* Биология. Царства органического мира. Ч. 2: Животные: учеб. пособие для абитуриентов. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2008. – 195 с.
4. *Шапкин В.А.* Практикум по зоологии беспозвоночных: учебное пособие для вузов / В.А. Шапкин, З.И. Тюмасева, И.В. Машкова, Е.В. Гуськова. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2005. – 200 с.

ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕСТ-СИСТЕМЫ В ЭНДОЭКОЛОГИИ

Нгуен Нгок Куи (Вьетнам), студент каф. ГРHM

*Научный руководитель Н.В. Позднякова, д.м.н.,
доцент междисциплинарной каф.*

Томск, НИ ТПУ, quynn01toms@gmail.com, alfa459@mail.ru

Организм человека представляет собой экосистему, равновесие которой могут изменить различные воздействия внешней среды. Продукты питания, безусловно, являются факторами, от которых в конечном счете будет зависеть гомеостаз человеческого организма [3]. Пищевые традиции, культура и поведение человека постоянно изменяются. Изменения связаны с интенсификацией темпа жизни, ростом урбанизации, развитием технологий в пищевой промышленности, и, как ни парадоксально, технологий маркетинговых коммуникаций. Данное явление можно проследить на примере употребления человечеством кофе. Современная пищевая промышленность, модифицировав самый простой способ приготовления кофе путем заваривания обжаренных и смолотых зерен, предлагает потребителю растворимый, сублимиро-

ванный кофе в виде гранул или порошка. Одновременно с этим рекламные ролики призывают насладиться вкусом именно растворимого кофе.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния нескольких коммерческих марок кофе на развитие и морфологию *Drosophila Melanogaster*.

В эксперименте использованы: натуральный молотый кофе (образец № 1) и 2 марки растворимого кофе (образцы № 2, 3). Структура образца: № 2 – порошок, а № 3 – гранулы соответственно. Питательная среда для контрольной группы готовилась с добавлением дистиллированной воды. Были исследованы сроки развития различных форм *Drosophila Melanogaster*, плодовитость мухи, морфологические признаки. Статистическая обработка данных производилась с применением метода математической статистики «Хи-квадрат» [2].

Анализ полученных результатов показал, что образец кофе № 2 приводит к увеличению сроков развития *Drosophila Melanogaster* по сравнению с контролем. В то же время образцы кофе № 1, 3 не вызывают достоверных изменений данного показателя (табл. 1).

Таблица 1

Влияние различных образцов кофе на сроки развития *Drosophila Melanogaster*, сут

	Контроль	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Личинки	4	4	6	4
Куколки	7	7	8	7
Первые мухи	9	9	10	9
Последние мухи	18	18	20	18

Изучение морфологии *Drosophila Melanogaster* показало, что все кофейные образцы приводят к статистически значимому увеличению размеров тела и крыльев по сравнению с группой интактных мух, выраженность эффекта наблюдается больше при использовании образцов № 2, 3 (табл. 2).

Таблица 2

Влияние различных образцов кофе на размер тела и крыльев у *Drosophila Melanogaster*, %

	Контроль	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Размер тела	100	130	140	140
Размер крыльев	100	120	135	130

В эксперименте было показано достоверное снижение плодовитости самок в случае использования образцов № 2, 3. Присутствие натурального кофе в среде не оказывало влияния на данный показатель.

Соотношение полов под действием кофейных факторов не менялось (табл. 3).

Таблица 3

Влияние различных образцов кофе на плодовитость и соотношение полов у *Drosophila Melanogaster*

	Контроль	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Плодовитость	100	100	80	78
Соотношение полов	1:1	1:1	1:1	1:1

Как показал эксперимент, при добавлении в среду различных видов кофе № 1, 2, 3 отмечается достоверное увеличение числа морфозов (табл. 4).

Таблица 4

Влияние различных образцов кофе на частоту морфозов у *Drosophila Melanogaster*, %

	Контроль	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Частота морфозов	100	128	143	136

Обсуждая полученные результаты, можно заключить, что применение растворимых сортов кофе вызывало более выраженные изменения в развитии и морфологических признаках *Drosophila Melanogaster*, чем при использовании натурального кофе. Вероятно, снижение плодовитости мух напрямую связано с низким содержанием кофеина или полным его отсутствием в случае использования растворимого кофе [1]. Полученные данные имеют практическое применение, а именно, в наших руках появляется инструмент, с помощью которого можно выбирать продукты питания. *Drosophila Melanogaster* является уникальным и доступным объектом для модельных биологических экспериментов. В дальнейшем представляется интересным оценить химический состав образцов и изменение генотипа *Drosophila Melanogaster* под действием данных кофейных факторов.

Выводы. *Drosophila Melanogaster* проявляет высокую чувствительность к изменению состава питательной среды, что позволяет использовать этот объект в качестве биологической тест-системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горенская О.В. Действие кофеина на эндоредупликацию у *Drosophila Melanogaster* // Вісник проблем біології і медицини. – Вып. № 4. – 2009. – С. 23–27.
2. Новикова Н.А. Биология и генетика дрозофилы: метод. указ. к практ. занятиям. – Томск, 1992. – 25 с.
3. Поздняковский В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров. – Новосибирск: НГУ, 1999. – С. 203–204, 216.

ВЛИЯНИЕ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ ВИШНЕВЫХ БАРБУСОВ

И.В. Перевозчиков, студент

*Научный руководитель А.Г. Карташев, проф., д.б.н.
Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, perevozchikovigor9@gmail.com*

Эмбриональное развитие рыб является этапом онтогенеза, результат которого определяет последующую численность их популяций. Развивающийся организм в наибольшей степени подвержен влиянию факторов внешней среды, среди которых существенное значение имеют температура и свет. Работ по влиянию температуры на эмбриогенез рыб достаточно много, в то время как освещенности было уделено меньшее внимание. Первые опыты, посвященные изучению влияния света на развитие икры, в частности ручьевой форели, проводились зарубежными исследователями в начале XX в. Позже Scheffelt (1926) показал, что увеличение уровня освещенности во время эмбриогенеза сиговых рыб вызывает у зародышей снижение числа туловищных сегментов, позвонков и лучей в непарных плавниках. Работы отечественных авторов по изучению роли освещенности в эмбриональном развитии рыб были выполнены в 1950–1960-е гг. Установлено, что изменение интенсивности светового потока и его спектра в процессе развития икры отражается на морфометрических признаках зародышей, скорости роста и выживаемости [1].

В данной работе рассматривается влияние светодиодного освещения зеленого спектра на аквариумных рыб – вишневого барбуса. Для этого необходимо рассмотреть следующие пункты: особенности эмбриологии рыб, онтогенез рыб, влияние освещенности на эмбриональное развитие рыб и их онтогенез и особенности светодиодного освещения.

Объектом исследования являлся вишнёвый барбус (лат. *Puntius titteya*). Вишнёвый барбус – вид лучепёрых рыб из семейства карповых. Обитают в пресных водоёмах юго-запада Шри-Ланки – в долинах рек Келани и Нилвала, где приурочены к затенённым мелководьям ручьёв и небольших рек с илистым дном со значительным количеством растительного материала. Распространены в качестве аквариумных рыб. Обычная длина тела вида рыбы составляет 2,5 см, крупные особи могут достигать 5 см. Самцы имеют красноватое брюшко и коричнево-зелёную спину, которая отделена от боков широкой коричнево-красной боковой линией. У самки брюшко беловатое, спина желтовато-серая, боковая линия также коричнево-красная. Половой зрелости вишнёвые барбусы достигают в возрасте 6–8 месяцев. При икромета-

нии рыбы подплывают к поверхности воды, поворачиваются брюшками вверх, и самка выбрасывает несколько икринок. Самка мечет до 300 икринок, которые крепятся к листьям растений с помощью тонких слизистых нитей. Икра развивается в течение 1 дня. Через 3–4 суток мальки начинают плавать и питаться инфузориями [2].

Перед началом эксперимента сделаны необходимые измерения аквариума (таблица). Необходимо также отметить, что расстояние светодиодной лампы до воды составляло 6 см, толщина воды – 15 см.

Параметры измерения аквариума

Параметры светодиодов	Пустой аквариум	Аквариум с водой
Освещенность, лк	455	460
Коэффициент пульсации, %	100,5	156
Яркость, кд/м ²	212	219

Для эксперимента были предоставлены личинки в количестве 24 штук. Возраст личинок составлял вторые и третьи сутки после оплодотворения. Личинки контрольной группы в количестве 12 штук находились в нормальных условиях. Другие 12 личинок являлись экспериментальной группой и постоянно находились под действием светодиодной лампы. В результате эксперимента было выявлено повышение смертности в экспериментальной группе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Любичкая А.И. Влияние различных участков видимой части спектра на стадии развития эмбрионов и личинок рыб // Зоологический журнал. – 1956. – Т. 35, вып. 3. – С. 1873–1886.
2. *Википедия* – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вишнёвый_пунтиус (дата обращения: 18.02.2017).

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГО-ТУРИСТИЧЕСКОЙ ТРОПЫ В ЗАКАЗНИКЕ «ЛАРИНСКИЙ» И ЕГО ОХРАННОЙ ЗОНЕ

М.В. Попов, студент

Научный руководитель Т.Ю. Черникова, нач. отд. ООПТ,

ОГБУ «Облкомприрода»

Томск, chernikova@green.tsu.ru

Целью данной работы являлась разработка эколого-туристической тропы в заказнике «Ларинский» и его охранной зоне.

В целях пропаганды уникальной природы особо охраняемых природных территорий, режима их охраны является актуальным создание экологических образовательных троп. Близкое расположение к областному центру, ландшафтное разнообразие, наличие различных объек-

тов охраны заказника «Ларинский» делают его уникальным в своём роде.

Имея благоприятные биоклиматические условия и хорошую дренированность территории южные районы Западной Сибири издавна были густо заселены и высокоосвоены. Это повлияло на долю коренных ландшафтных комплексов, которые постоянно сокращались. Но для научного и культурного наследия эти земли имеют невосполнимое значение. Поэтому весьма своевременным и особо актуальным было решение малого совета Томского облисполкома от 27.05.93 г. № 126 об организации государственного ландшафтного заказника «Ларинский» на территории Томского района, недалеко от сел Батурино и Вершинино, в бассейне нижнего течения р. Тугояковки, площадью 1,5 тыс. га. с охранной зоной 6,6 тыс. га.

Территория современного заказника характеризуется преобладанием склоновых поверхностей, малопригодных для хозяйственного использования, что обусловило ее богатую флору и фауну. Так, решением Томского облисполкома от 22.12.86 г, № 291 было закреплено выделение трех видовых памятников природы: обнажения коренных пород по правому берегу р. Тугояковки у бывшей д. Ларино, фрагмент коренных темнохвойных лесов между ручьями Кузьмина, Тарганак и поселения бобров по р. Тугояковке. Особая природоохранная ценность ландшафтного заказника заключается в уникальности ландшафтных условий, живописных уголков природы, а также интересна археологическими находками (следами деятельности человека прошлых эпох).

Главной лесообразующей породой в южно-таежных лесах выступает конечно же сибирская пихта, которой постоянно сопутствует «жемчужина Сибири» – кедр, а также осина и ель. Зрелые пихтовые леса имеют хорошо выраженную парцеллярную структуру. Это не что иное, как расположение деревьев как бы по кругу, образуя в середине открытые участки – поляны. К еще одним характерным признакам этих лесов можно отнести наличие весенних эфемероидов (кандык, хохлатка, ветреница), т.е. те растения, которые завершают свой жизненный цикл до формирования крупнотравного полога.

Животный мир заказника представлен животными разных природных комплексов. Разнообразна и многолика орнитофауна (139 видов птиц 13 отрядов), млекопитающие (отмечено пребывание 36 видов), насекомые, пауки, моллюски, рыбы, пресмыкающиеся и простейшие. По результатам инвентаризации флоры заказника в пределах его территории зарегистрировано 427 видов высших сосудистых растений, 26 видов из них подлежат охране (кандык сибирский, башмачок крупноцветковый, пузырник ломкий, лук-слизун и др.). Удивительным

зрелищем открывается перед отдыхающими и любителями природы родник «Звездный ключ», находящийся в окрестностях с. Батурино, на правом берегу р. Тугояковки представляет собой водопад высотой до 2 м, вытекающий из грота на склоне холма и ниспадающий по травертиновым ступеням каскадом длиной 40 м. Известковые соли, оседающие на стеблях мха, повторяют их форму и внешний вид. Вода в роднике пресная, прозрачная, имеет привкус талого снега. Одной из задач заказника является создание условий для организации экологического просвещения и устойчивого туризма. Ежегодно на территории заказника работают два экологических лагеря «Эколог» и «Горизонт». В год отдыхает около 400 учащихся.

В результате исследований была составлена схема эколого-туристической тропы в заказнике «Ларинский» и его охранной зоне. Таким образом, на основании проведенных исследований можно считать, что разработка эколого-туристической тропы в заказнике «Ларинский» – это огромный шаг в пропаганде охраны ландшафтных комплексов и редких биологических видов, находящихся на территории заказника, а также имеет актуальное туристическое значение для жителей и гостей Томской области.

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА РОСТ ОГУРЦОВ СОРТА «ПАРТНЕР F1»

Н.Н. Саликова, М.Г. Слепцов, Ю.А. Кайкина, студенты

Научный руководитель Е.Г. Незнамова, доцент, к.б.н.

Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, nadyushkans@yandex.ru

Проект ГПО-1403 «Исследование влияния света на тепличные растения»

В сельскохозяйственной промышленности все усилия направлены на повышение продуктивности и качества урожая. Единственный путь увеличения продуктивности растительных организмов заключается в непрерывном повышении количества связываемой ими лучистой энергии. Развитие агротехники привело к стремлению в ряде опытов заменить естественное освещение искусственным [1].

Целью работы является нахождение наиболее оптимального и эффективного светового излучения для выращивания огурцов в тепличных и комнатных условиях.

Достижение поставленной цели требует решения следующих задач:

- сбор и изучение литературных источников по данной теме;
- разработка методики по технологии выращивания огурцов под различным освещением;

- создание условий для наблюдения влияния спектров света на растения;
- наблюдение за процессами, происходящими с растениями при разном освещении;
- анализ результатов всех групп освещения для создания оптимальных условий роста растений;
- приведение статистических данных по полученным результатам.

Объект исследования – огурцы сорта «Партнер F1». Предмет исследования – влияние различных длин световых волн и цветовой температуры на развитие растений. Для эксперимента нам предоставлены светодиодные лампы от ЗАО «ФИЗТЕХ-ЭНЕРГО», включающие красный и белые светодиодные ленты.

Эксперимент проводился без участия естественного освещения. Исследовали 4 испытываемые группы растений: № 1–4. Первую группу растений поместили под лампу с доминантной длиной волны 580 нм, цветность лампы приближалась к более «нейтральному» белому свету, вторую группу растений – под лампу с доминантной длиной волны 510 нм, третью группу растений – под светодиодную лампу белого света с доминантной длиной волны 585 нм. Четвёртую группу растений – под лампу с доминантной длиной волны 500 нм [2].

Посадка семян огурцов сорта «Партнёр F1» была произведена 02.12.2016 г. Длительность эксперимента составила 19 дней – с 02.12 до 21.12.2016 г.

В ходе проделанного эксперимента по влиянию различного освещения на растения мы сравнили полученные результаты.

По результатам эксперимента, группа растений, выращенных под лампой № 2 (таблица), показала наиболее лучшие средние значения по всем показателям (средняя высота побегов, диаметр розетки листьев, длина и ширина листьев). Минимальные значения показала группа растений под № 1 и 3 под искусственным освещением (таблица).

Средние значения показателей роста огурцов, мм

№ группы	Средняя высота побегов	Диаметр розетки листьев	Длина листьев	Ширина листьев
1	11,08	12,55	5,26	5,01
2	11,88	14,9	7,3	6,2
3	10,04	14,1	5,1	5,6
4	10,91	14,9	5,2	5,28

Описанный эксперимент показал, что при освещении светоизлучающими конструкциями семена огурца прошли полный вегетационный период, но побеги сформировались не полностью. Некоторые рас-

тения выросли истощёнными, слабыми, малых размеров, без полного формирования листовых пластин.

Если учесть экономию электроэнергии, что возможно при применении светодиодных установок, то экономический эффект от внедрения таких установок может быть очень существенным. Польза светодиодных конструкций огромна, но только если их параметры (интенсивность, спектральный состав) будут оптимальны для выращивания тех или иных растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Свет* и его роль в жизни растений и животных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sbio.info/page.php?id=156> (дата обращения: 13.02.2017).
2. *Цветовая температура (К) и индекс цветопередачи (CRI)/ Pulsar*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pulsar-electric.com/support/tsvetovaya-temperatura-i-indeks-tsvetoperedachi.php> (дата обращения: 14.01.2017).

ОЦЕНКА ПРИРОДНОГО ФОНА ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО РЕГИОНА ДЛЯ ЭПИФИТНЫХ МХОВ-БИОИНДИКАТОРОВ

Л.А. Султаналиева, студентка

Научный руководитель Н.С. Рогова, ассистент, к.т.н.

Томск, НИ ТПУ, каф. ПФ, lailysultan@gmail.com

В настоящее время одной из основных проблем, стоящих перед человечеством, является загрязнение окружающей среды. Среди всех загрязнителей атмосферы наиболее токсичными на сегодняшний день считаются тяжёлые металлы из-за их способности накапливаться в живых организмах. Для контроля их содержания в атмосфере активно развивается метод мхов-биоиндикаторов, представленный в Скандинавских странах более 40 лет назад [1]. В экологических исследованиях большой интерес представляет оценка уровня загрязнения тяжёлыми металлами атмосферного воздуха урбанизированных территорий. Для проведения таких оценок необходимо знать природный фон мхов-индикаторов. Необходимо отметить, что до настоящего времени не выработано единого мнения о значении термина «фон». В странах Европы без каких-либо обоснований предполагается наличие глобального фона, в качестве которого используются концентрации химических элементов во мхах, отобранных в Норвегии. Иногда в качестве фона используют среднее значение минимальных концентраций в нескольких точках, полученных в исследованиях [2]. Очевидно, такой способ определения фона совершенно неприемлем, особенно для мхов-био-

индикаторов, содержание химических элементов в которых имеет большой разброс, достигающий порядка величин и более. В таких случаях среднее арифметическое, да еще для малой выборки, является непредставительным.

Наиболее перспективным подходом для объективной оценки природного фона представляется подход, основанный на использовании статистических методов [3]. Концентрации элементов, имеющих природное происхождение, подчиняются нормальному или логнормальному распределению. В таком случае природный фон можно определить как среднее значение $\pm 2\sigma$.

Обычно под фоном понимают содержание каких-либо веществ в объектах окружающей среды, не подверженной техногенной нагрузке. Естественно предположить, что в методе мхов-биоиндикаторов под фоном следует понимать природное содержание химических элементов во мхах, обитающих на удаленных от источников загрязнения территориях. Следует отметить, что природные среды – воздух, вода, почва, растительность, в том числе мхи-биоиндикаторы – обладают региональными особенностями [4]. В соответствии с этим имеет смысл определять только региональные фоновые концентрации.

В данном исследовании была поставлена задача по оценке природного фона Западно-Сибирского региона для эпифитного мха *Pylaisia polyantha* с помощью статистических методов обработки результатов измерений. Мош отобран на 5 территориях: Нижневартковский район ХМАО, Александровский район ТО, северо-запад Каргасокского района ТО, юг Каргасокского района ТО, Кожевниковский район ТО, Онгудайский район Республики Алтай (рис. 1).



Рис. 1. Территории отбора фоновых образцов мха *Pylaisia polyantha*

Содержание химических элементов в пробах мха определено с помощью нейтронно-активационного анализа на исследовательском реакторе ИРТ – Т ТПУ г. Томск РФ. При математической обработке результатов проверку гипотезы о нормальном/логнормальном распределении осуществляли с помощью критерия χ^2 , для выборок меньше 20 использовали показатель асимметрии и эксцесс.

Проверка показала, что на каждой выбранной территории концентрации химических элементов подчиняются нормальному / логнормальному распределению, поэтому полученные средние значения $\pm 2\sigma$ являются природным фоном для соответствующих территорий. Однако если в качестве выборки использовать концентрации, полученные для всех исследуемых территорий, то проверка гипотезы о нормальном или логнормальном распределении подтвердилась только для Zr, Sr, Eu, Yb. Очевидно, средние $\pm 2\sigma$ для этих элементов являются фоновыми концентрациями для всего Западно-Сибирского региона. Отсутствие нормальных/логнормальных распределений для концентраций большинства химических элементов свидетельствует о наличии доминирующих факторов, связанных с условиями обитания мхов.

Влияние условий обитаний мха *Pylaisia polyantha* подтвердилось в результате проверки на нормальный/логнормальный закон распределения концентраций, полученных для мхов, объединенных по типу растительных зон (средняя и южная тайга). Так для растительной зоны южная тайга (точки 4 и 5 на рис. 1) больше половины химических элементов (Hg, Se, Sb, La, Na, Ta, Zn, Sc, Fe, Sr, Yb, Ba, Tb, Cr, Lu) имеют нормальное/логнормальное распределение. Но при этом для растительной зоны средняя тайга (точки 1–3 на рис. 1) только для 7 элементов (Se, Ni, Rb, Br, Nd, Yb, Ca) подтвердилась гипотеза о нормальном/логнормальном распределении. Картина меняется, если учесть влияние фитоценоза, т.е. рассматривать концентрации во мхах, отобранных в одной растительной зоне и только в смешанном полидоминантном лесу. В результате для средней тайги число химических элементов, имеющих нормальное/логнормальное распределение концентраций, увеличилось в 2 раза – Se, Ni, Sb, La, Co, Ta, Sc, Fe, Br, Nd, Yb, Tb, Ca, Cr, Lu. Таким образом, при выборе региональных фоновых территорий необходимо выполнение следующих условий: 1) исследуемая и фоновая территории должны находиться в одной растительной зоне; 2) при отборе мхов необходимо учитывать влияние фитоценоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Steinnes E. A critical evaluation of the use of naturally growing moss to monitor the deposition of atmospheric metals // Science of the Total Environment. – 1995. – Vol. 160. – PP. 243–249.

2. Ермакова Е.В., Фронтасьева М.В., Стейннес Э. Изучение атмосферных выпадений тяжелых металлов и других элементов на территории Тульской области с помощью метода мхов-биомониторов // Экологическая химия. – 2004. – Т. 13, № 3. – С. 167–180.

3. Šakalys J. et al. Changes in total concentrations and assessed background concentrations of heavy metals in moss in Lithuania and the Czech Republic between 1995 and 2005 // Chemosphere. – 2009. – Vol. 76, №. 1. – PP. 91–97.

4. Borisenko A.L. et al. Peculiarities of chemical elements accumulation by epiphytic moss *Pylaisia polyantha* (Hedw.) BSG in varying natural environments of West Siberia // International Journal of Environmental Studies. – 2014. – Vol. 71. – № 5. – PP. 685–690.

ФОРМИРОВАНИЕ АКТУАЛЬНОЙ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.С. Шумилова, В.Н. Телещенко, студенты

Научный руководитель А.Ю. Хомяков, ассистент

Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, khotyakov.a.yu.@gmail.com

*Проект ГПО РЭТЭМ-1604 «Актуальная нормативно-правовая база
в области техносферной безопасности»*

Согласно ст. 225 Трудового кодекса Российской Федерации «все работники, в том числе руководители организаций, а также работодатели – индивидуальные предприниматели, обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знания требований охраны труда в порядке, установленном уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений»¹.

В мае 2014 г. ТУСУР получил аккредитацию на право проведения обучения по охране труда руководителей и специалистов организаций всех форм собственности.

В связи с вышеизложенным стало необходимым провести работу по формированию актуальной нормативно-правовой базы в области техносферной безопасности. Для этого на базе кафедры РЭТЭМ была открыта группа проектного обучения, куда вошли студенты направления подготовки «Техносферная безопасность». Целью проекта является создание актуального учебно-методического обеспечения в области охраны труда для использования в рамках курсов повышения квалификации специалистов предприятий различных форм собственности; проведение профилактических мероприятий по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний путем обучения слушателей.

Результатом работы группы проектного обучения станет учебно-методическое обеспечение курса повышения квалификации «Обучение по охране труда руководителей и специалистов предприятий, организаций всех форм собственности». Создание актуального учебно-методического обеспечения позволит качественно вести подготовку слушателей, а постоянное отслеживание и корректировка содержания курса в соответствии с изменениями в законодательстве и нормативно-правовом обеспечении со стороны студентов группы проектного обучения дадут возможность ТУСУРу быть конкурентоспособным в предоставлении в данной сфере образовательных услуг.

Обучение по охране труда осуществляется в двух формах: аудиторная и самостоятельная работа. Аудиторная работа предполагает установочные лекции, групповые и индивидуальные консультации, собеседование с привлечением профильных организаций и специалистов по 72-часовой программе. Самостоятельная работа предусмотрена наличием в программе тестирования для оценки знаний, дополнительной литературы по охране труда и ответов на вопросы после каждого раздела пособия.

Программа обучения состоит из четырех разделов:

1. Раздел «Основы охраны труда» включает такие вопросы как трудовая деятельность человека, основные принципы обеспечения безопасности и охраны труда, основные положения трудового права, государственное регулирование в сфере охраны труда, обязанности и ответственность работников и должностных лиц по соблюдению требований охраны труда и законодательства о труде.

2. В разделе «Основы управления охраной труда в организации» рассматриваются следующие вопросы: обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда, организация системы управления охраной труда, организация общественного контроля, разработка инструкций по охране труда, организация обучения по охране труда и проверке знаний требований охраны труда работников организации, обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, основы предупреждения профессиональной заболеваемости, документация и отчетность по охране труда.

3. Раздел «Специальные вопросы обеспечения требований охраны труда и безопасности производственной деятельности» посвящён вопросам: основы предупреждения производственного травматизма, коллективные средства защиты, опасные производственные объекты и обеспечение промышленной безопасности, организация безопасного производства с повышенной опасностью, обеспечение электро- и пожаробезопасности, обеспечение безопасности работников в аварийных ситуациях.

4. Раздел «Социальная защита пострадавших на производстве» включает вопросы: общие правовые принципы возмещения причинен-

ного вреда, обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве, порядок расследования и учета профессиональных заболеваний, оказание первой помощи пострадавшим на производстве.

По окончании обучения проводится проверка знаний требований охраны труда по экзаменационным билетам, утвержденным ректором ТУСУРа. Работнику, успешно прошедшему проверку знаний требований охраны труда, выдается удостоверение установленного образца. Срок действия удостоверения – 5 лет.

За период с февраля по декабрь 2016 г. была проведена следующая работа:

- проанализированы научная и нормативная литература по охране труда;
- создана актуальная нормативно-правовая база в области охраны труда, оформленная в виде учебного пособия;
- собрана нормативная база по средствам индивидуальной защиты, нормам их выдачи и учета.

На период с февраля по май 2017 г. группой поставлены следующие задачи:

- проверка созданного учебного пособия на наличие устаревших нормативных актов и его редактирование при наличии новых, вступивших в силу с января 2017 г.;
- создание тестирования по четырем разделам пособия для проверки знаний требований охраны труда и экзаменационных билетов;
- разработка электронных форм актов учета различных видов (нормы выдачи СИЗ, акт Н-1 для оформления несчастных случаев, акты прохождения медосмотров и инструктажей и т.д.;
- создание и тестирование программного продукта (при наличии финансирования).

Созданные тестирование и экзаменационные билеты будут переданы ответственным специалистам, прошедшим курс обучения по охране труда, для редактирования и доработки.

Выходной программный продукт в случае удачного тестирования студентами ГПО будет также передан специалистам для тестирования и ознакомления с целью выявления и устранения недоработок и возможных проблем с доступом к различным функциям программы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Трудовой кодекс Российской Федерации* от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 03.07.2016), ст. 225 «Обучение в области охраны труда» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/f184ddd9da693cb68e264dc8dd028748257b9b03/ (дата обращения: 1.03.2017).

ТЕХНОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Трофимова, студентка

*Научный руководитель С.А. Полякова, доцент, к.б.н.
Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, lazareva.alexandra@inbox.ru*

Вода – это один из источников жизни на Земле. Без данного вещества существовать не сможет ни один живой организм. В последние десятилетия в результате интенсивного антропогенного воздействия заметно изменился химический состав не только поверхностных, но и подземных вод.

Основной целью использования подземных вод на территории Томской области является хозяйственно-питьевое водоснабжение населения. Это связано с активным развитием промышленности Кемеровской и Новокузнецкой областей Обь-Томского междуречья. В 60-х гг. прошлого столетия здесь произошло серьезное загрязнение р. Томь которая являлась на тот момент источником питьевого водоснабжения г. Томска. Для решения проблемы дефицита чистой питьевой воды начались работы по предварительной разведке запасов подземных вод. По итогам исследований был обоснован проект на строительство водозаборного сооружения, которое было запущено в эксплуатацию в декабре 1973 г. [1].

Подземные воды на территории населенных мест испытывают высокие техногенные нагрузки, что приводит к ухудшению качества воды и как следствие негативному влиянию на организм человека.

С 1995 г. по настоящее время мониторингом состояния геологической среды района занимается ОАО «Томскгеомониторинг». Данной организацией опубликован ряд научно-производственных отчетов по изменению гидродинамических и гидрогеохимических параметров Томского месторождения подземных вод [1].

Томская область является крупным промышленным регионом. Более половины промышленных предприятий области функционируют в сфере обрабатывающей промышленности, около трети – в сельском и лесном хозяйстве. Широко развиты нефтегазовая, химическая, нефтехимическая, атомная промышленности, машиностроение, электроэнергетика, лесопромышленный комплекс, пищевая промышленность и др.

Наибольшее негативное влияние на подземные воды оказывают добыча и извлечение подземных вод, разработка месторождений полезных ископаемых, а также зоны крупных промышленных, городских и сельскохозяйственных агломераций [2].

Источники техногенной нагрузки распределены достаточно неравномерно по территории области. Основная нагрузка приходится на наиболее освоенную южную часть (городские округа «город Томск» и «город Северск», Томский район), где сосредоточены практически все промышленные производства, сельскохозяйственные комплексы и проживает более 60% населения.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение Томской области осуществляется преимущественно за счет подземных вод. По состоянию на 01.01.2016 г. на территории Томской области функционировало 375 водозаборов, из них 336 – хозяйственно-питьевого назначения. Общий водоотбор составил 229,59 тыс. м³/сут.

Наиболее крупные централизованные системы водоснабжения, оказывающие негативное воздействие на подземные воды, организованы в г. Томске и Северске. Совместная эксплуатация подземных вод томским и двумя северскими водозаборами привела к значительному снижению уровней и формированию двух депрессионных воронок [3].

Наиболее разнообразное и специфическое воздействие на геологическую среду оказывает разработка месторождений полезных ископаемых, что связано с более глубоким проникновением в недра и извлечением из них больших объемов горных пород и подземных вод [4].

На территории области добыча твердых полезных ископаемых (строительных песков, кирпичных и тугоплавких глин, гравийно-песчаных материалов, песков для стекольной промышленности и т.д.) и разработка месторождений ведутся преимущественно карьерным способом, при котором наибольшая нагрузка на подземные воды приходится при осушении месторождений.

Основными процессами техногенного воздействия при разработке нефтяных месторождений являются поддержание пластового давления за счет использования подземных вод апт-сеноманского комплекса, перетекание высокоминерализованных жидкостей по межтрубному пространству скважин, разливы и утечки нефти и нефтепродуктов при отказах трубопроводов [5].

Наиболее серьезным источником загрязнения подземных вод на нефтепромыслах является сеть нефтяных и газовых трубопроводов. По территории области пролегают трассы магистрального нефтепровода Александровское – Анжеро-Судженск и газопровода Нижневартовск – Парабель – Новокузнецк. Опасность загрязнения, связанная с трубопроводами, возрастает по мере их старения, обуславливающего высокую их аварийность. Так, по данным ОАО «Томскнефть» (на объектах которого произошло 600 некатегорийных отказов трубопроводов из 601), во время отказов вытекло 8,7 т нефти и 7,8 т высокоминерализо-

ванной жидкости, площадь загрязненных земель составила 2 га. Общая же площадь нефтезагрязненных земель, подлежащих рекультивации, составляет 33,55 м [2].

Максимальную нагрузку на качественный состав подземные воды испытывают в пределах Томской агломерации, где сосредоточена большая часть крупных промышленных, сельскохозяйственных и городских комплексов. Отдельные техногенные объекты расположены в зонах влияния водозаборов и часто являются непосредственными источниками загрязнения подземных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Наймушина О.С.* Геохимическая эволюция природных вод нижней части бассейна реки Томи: дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск: НИ ТПУ, 2014.
2. *Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2015 году»* / гл. ред. С.Я. Трапезников; редкол.: Ю.В. Лунова, Н.А. Чатурова; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской обл., ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Дельтаплан, 2016. – 158 с.
3. *Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2013 г.* – Вып. 37. – М.: ООО «Геоинформмарк», 2014. – 226 с. (Федеральное агентство по недропользованию).
4. *Лепокурова О.Е. и др.* Химический и микробиологический состав подземных вод децентрализованного водоснабжения // Известия Том. политехн. ун-та. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 5. – С. 29–41.
5. *Распространенность геохимических типов подземных вод* // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – №107(03).

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ БРОНХОФОНОГРАММЫ РЕСПИРАТОРНОГО ЦИКЛА

А.В. Трусила, студентка

*Научный руководитель В.С. Малышев, проф., д.б.н., к.т.н.
Москва, ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ», каф. ИЭиОТ, universe@mpei.ac.ru*

Структурный анализ временных интервалов бронхофонограммы может использоваться для проведения и контроля терапевтических процедур.

Оценка временных интервалов респираторного цикла проводилась на основании метода компьютерной бронхофонографии (КБФГ) [81]. КБФГ предполагает осуществление регистрации паттернов дыхания с помощью разработанного на кафедре инженерной экологии и охраны труда НИУ «Московский энергетический институт» (НИУ «МЭИ») компьютерного диагностического комплекса (КДК) «Пат-

терн». В основе работы КДК лежит анализ временных и частотных характеристик спектра дыхательных шумов, возникающих при изменении диаметра воздухопроводных путей бронхов вследствие увеличения ригидности стенок бронхов или уменьшения внутреннего диаметра бронхов [81]. Комплекс позволяет зафиксировать временную кривую акустического шума, возникающего при дыхании, с последующей обработкой по алгоритму быстрого преобразования Фурье. Специфический феномен дыхательных шумов регистрируется в диапазоне от 200 до 12,6 кГц с последующим расчетом акустической компоненты работы дыхания (А) как эквивалента работы легких, затрачиваемой на совершение акта дыхания [2].

С помощью КДК «Паттерн» были проведены клинические исследования акустических характеристик дыхательных шумов группы лиц, имеющих профессиональную бронхолегочную патологию, вызванную воздействием на организм вредных производственных факторов во время рабочего процесса. По результатам регистраций паттернов дыхания (рис. 1) проводился дальнейший анализ временных интервалов, под которыми понимаются временные промежутки с минимальным значением или даже с полным отсутствием акустической компоненты работы дыхания.

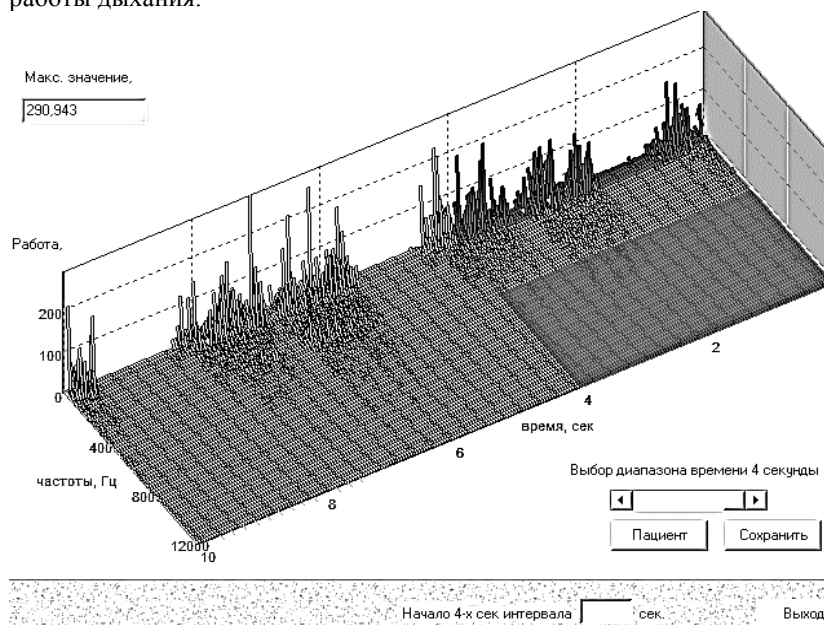


Рис. 1. Трехмерная бронхофонограмма (паттерн)

На рис. 1 приведена бронхофонограмма респираторного цикла пациента с нозологической формой профессиональной патологии бронхиального дерева – хронический необструктивный профессиональный бронхит (токсико-пылевой).

А также выделен 4-секундный интервал, в котором фиксируются низкочастотный ($< 1,2$ кГц), среднечастотный (1,2–5 кГц) и высокочастотный (> 5 кГц) диапазоны.

Полученные результаты с помощью специально разработанной программы формируются в массив данных для обработки в MS Excel. Результаты обработки приведены на рис. 2.

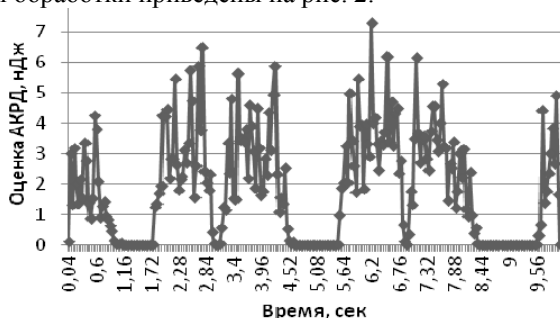


Рис. 2. Зависимость среднего значения АКРД от продолжительности респираторного цикла

Из рис. 2 видно, что на начальном временном отрезке, в соответствии с методикой регистрации, отображена часть фазы выдоха. Далее следует экспираторная пауза, которая может быть численно оценена с достаточной точностью – 0,68 с. По такому же алгоритму могут быть оценены длительность вдоха, длительность инспираторной паузы и длительность выдоха. Следующая затем экспираторная пауза составляет 0,96 с. Количественная оценка второй экспираторной паузы несколько отличается от предыдущей. Таким образом, можно предположить о неравномерности дыхания исследуемого, тем более, что последующая экспираторная пауза составляет 1,24 с. Следовательно, возможно получение усредненной оценки рассматриваемых временных пауз за все время обследования. Эти численные значения могут быть использованы для уточнения диагноза в ходе проведения медицинских осмотров на предприятиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Компьютерная бронхофонография респираторного цикла: учеб. / под ред. Н.А. Геппе, В.С. Малышева. – М.: Медиа-Сфера, 2016. – 108 с.
2. Малышев В.С., Чебышева О.В. Моделирование частотного спектра дыхательных шумов при анализе условий труда персонала // Вестник МЭИ. – 2007. – №3.

ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ В СФЕРЕ ВЫДАЧИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ В ОРГАНИЗАЦИИ

***М.Д. Тусупова, А.И. Браун, студенты каф. РЭТЭМ;
Е.В. Кандычева, магистрант каф. УИ ТУСУРа;
И.А. Екимова, к.х.н.; И.И. Волощенко, студент СибГМУ
Томск, ТУСУР, tusupova_marina@mail.ru***

Основной задачей были разработка и создание программного продукта в сфере выдачи средств индивидуальной защиты в организации.

Для современных организаций важнейшим вопросом является улучшение условий труда работников, исключение производственного травматизма [1, 2].

Согласно Трудовому кодексу РФ на работодателя возлагаются обязанности по обеспечению всех работников организации безопасными условиями труда. Для организации безопасной трудовой среды на производстве разработано множество методов. Один из главных – обеспечение выдачи средств индивидуальной защиты. Работодатель обязан обеспечить каждого работника производства средствами индивидуальной защиты (далее – СИЗ) в полном объеме согласно ст. 221 Трудового кодекса Российской Федерации.

Для каждой профессии полагаются определенные СИЗ, которые обеспечат защиту от вредных факторов рабочей среды, характерных именно для данного рабочего места и профессии. Существует множество нормативных актов, содержащих нормы выдачи СИЗ для профессии различных отраслей экономики. Задача специалиста по охране труда заключается в осуществлении поиска норм выдачи СИЗ для профессий организации; подготовке документов, регламентирующих выдачу СИЗ; осуществлении контроля; отслеживании срока носки СИЗ и своевременной их замене.

Программный продукт позволит автоматизировать часть работы специалиста по охране труда. Для реализации программы созданы несколько различных баз данных с информацией о СИЗ. Программа осуществляет быстрый поиск норм выдачи СИЗ для определенных профессий, заносит все данные в шаблон документа. Пользователь получает готовые заполненные документы, сопровождающие выдачу СИЗ в организации, а именно: приказ «Об организации бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты (СИЗ)», «Положение о порядке обеспечения, выдачи и списания специальной одежды, специальной обуви, других средств индивидуальной защиты и форменной одежды», «Перечень профессий и должностей, работа, в которых даёт право на по-

лучение бесплатной специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты».

Программа также учитывает СИЗ, рекомендованные по результатам проведенной специальной оценки условий труда, и климатический пояс, в котором расположена организация.

Все изученные в процессе подготовки данных для программного продукта типовые нормы выдачи СИЗ можно разделить на 13 отраслей экономики. На данный момент программа разрабатывается для строительной отрасли, в дальнейшем после разработки всего функционала программы планируется проработка и других отраслей. Планируется включить в программный продукт блок по контролю выдачи СИЗ.

Таким образом, разработанная нами программа позволит автоматизировать и облегчить работу специалиста по охране труда. В отличие от аналогов данный программный продукт одновременно включает в себя и генерацию документа и контроль выдачи СИЗ, исключает ручной поиск по нормативной базе документов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Екимова И.А.* Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие. – Томск: Эль Контент, 2012. – 192 с.
2. *Федорова К.И., Кабаева Е.В., Екимова И.А.* Обеспечение комплексной безопасности на предприятии ОАО «Кондитерская фабрика «Абаканская» // Актуальные вопросы науки и техники: сб. ст. студенческой междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж: Руна, 2014. – С. 264–268.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА РАДОНА

А.А. Удалов, студент; К.О. Шилова, магистрант каф. ПФ
Научный руководитель Н.К. Рыжаскова, доцент каф. ПФ, к.ф.-м.н.
Томск, ТПУ, nkryzh@tpu.ru

Наиболее значимой причиной естественного облучения населения являются радон и дочерние продукты его радиоактивного распада. В связи с этим в настоящее время при производстве инженерных изысканий участков застройки проводятся радиационно-экологические исследования, составной частью которых является оценка радоноопасности участка. В Российской Федерации в этих целях измеряют величину плотности потока радона (ППР) на участках застройки. Территория считается безопасной, если среднее значение ППР не превышает $80 \text{ мБк м}^{-2} \text{ с}^{-1}$ [1]. С физической точки зрения использование плотности

потока радона в качестве критерия радоноопасности является вполне обоснованным. Однако получение объективной оценки радоноопасности затрудняет достаточно большая вариабельность результатов измерения, иногда достигающая 100% [2, 3]. Можно выделить две основные составляющие вариабельности – пространственную и временную. К основным причинам, обуславливающим временную изменчивость ППР, можно отнести стохастическую природу радиоактивных распадов и влияние меняющихся во времени атмосферных условий. В связи с этим представляет интерес возможность разработки определенной регламентации к условиям проведения измерений в целях возможного снижения изменчивости результатов. Выявление параметров атмосферы, которые могут значимо увеличить вариабельность результатов измерения ППР, можно осуществить с помощью регрессионного анализа.

В рамках данного исследования были проведены измерения ППР методами накопительной камеры (НК) и угольных адсорберов (УА). Измерения проводили в летние периоды 2014 и 2016 гг. на двух площадках. Первая площадка располагалась на дне котлована, предназначенного для строительства жилого дома. На участке были выбраны 12 контрольных точек, расположенных на расстоянии 10 м друг от друга. В каждой точке в 2014 г. проведено по три измерения плотности потока радона методом НК с помощью измерительного комплекса РРА-03. На второй площадке, расположенной в районе Лагерного сада г. Томска, в четырех контрольных точках проведено 155 измерений с помощью измерительных комплексов «Альфарад+АР» (метод НК) и «КАМЕРА-01» (метод УА). Время экспозиции составляло 1 ч для метода УА и 5 мин для метода НК. Измерения в 2014 г. проведены в течение сравнительно короткого промежутка времени (2 недели) в июле, когда над территорией Сибири господствовал устойчивый антициклон, причем за весь период измерений дождей не было. В 2016 г. измерения проведены в течение гораздо более длительного периода (май–сентябрь), характеризующегося периодическим выпадением осадков.

Для статистической обработки результатов измерений использована одномерная регрессионная модель, где в качестве зависимой переменной использовалась измеренная величина ППР, а в качестве предикат – температура, атмосферное давление, влажность воздуха, количество осадков (для этого были использованы данные об объеме осадков, выпавших непосредственно в ночь перед проведением измерений).

Установлено, что корреляционные связи между результатами измерения ППР методом НК и атмосферными условиями отсутствуют, что может быть причиной комплексного влияния атмосферы (рис. 1).

Из сравнения результатов, полученных в 2014 и 2016 гг., хорошо видно, что неустойчивая погода на период измерений приводит к значительно большему разбросу результатов измерений. Если для метода НК зависимостей между параметрами атмосферы и результатами измерений ППР не обнаружено, то для метода УА удалось выявить регрессионную зависимость от температуры. Обнаружена также достаточно сложная зависимость результатов измерения ППР от количества выпавших накануне осадков – с ростом объема осадков ППР сначала резко уменьшается, а затем плавно увеличивается. Можно предположить, что при небольшом количестве выпавшей влаги происходит закупорка верхних пор грунта, что препятствует выходу радона. При большом количестве осадков влага фильтруется на сравнительно большие глубины, выдавливая радон из пор.

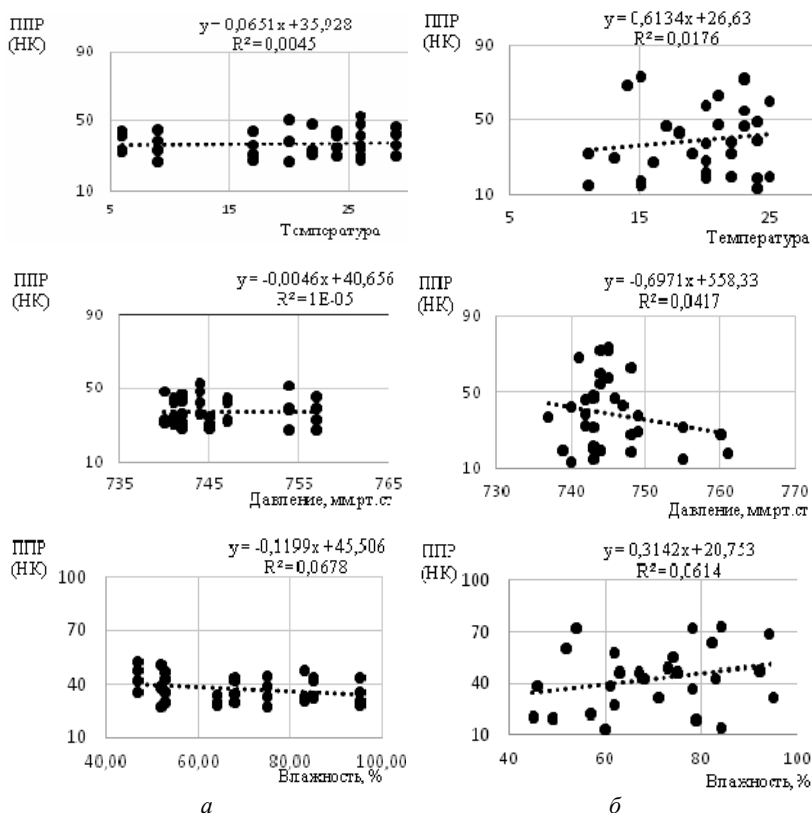


Рис. 1. Зависимости результатов измерений ППР методом НК от параметров атмосферы; а – измерения 2014 г.; б – измерения 2016 г.

Проведенное исследование показало, что для уменьшения вариативности результатов измерения ППР рекомендуется проводить в период сухой устойчивой погоды. Выявленная зависимость результатов измерения методом УА от температуры требует дальнейшего изучения используемых методик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ – 99), СП 2.6.1.799–99, Минздрав РФ, 2000.
2. Баннов Ю.А. Лаборатория радиационного контроля ООО «ГЕОКОН». Два года: опыт работы // АНРИ. М., 2005. – № 2. – С. 51–72.
3. Venterea R.T., Maker J.M. Effects of soil physical non-uniformity on chamberbased gas flux estimates // Soil Sci. Soc. Am. J. – 2008. – № 72. – PP. 1410–1417.

АДСОРБЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИОНОВ НА МИНЕРАЛЬНОМ СОРБЕНТЕ ТРЕПЕЛЕ

Чан Туан Хоанг, В.Ю. Луговская, студенты

Научные руководители: Т.А. Юрмазова, доцент каф. ОХХТ, к.х.н.;

Н.Б. Шахова, доцент каф. МД, к.х.н.

Томск, НИ ТПУ, cunghinh9327@gmail.com

В настоящее время среди различных методов очистки питьевых и сточных вод большое распространение получают сорбционные методы. Анализ литературы [1, 2] показал, что наиболее перспективными и доступными сорбентами для очистки воды являются природные минеральные сорбенты. Адсорбционные процессы с использованием природных минеральных сорбентов находят широкое применение в связи с перспективой их использования в процессах водоочистки вследствие малой стоимости. Однако часто минеральные сорбенты не обладают нужными сорбционными свойствами, и их необходимо химически модифицировать. В результате модифицирования повышается максимальная сорбционная емкость в отличие от исходного минерала в несколько раз, однако в данных работах не приводится объяснение механизма процесса сорбции.

Данная работа посвящена исследованию сорбционных возможностей минерального сорбента трепела по отношению к ионам H_2AsO_4^- , CrO_4^{2-} , Ni^{2+} , Fe^{3+} , а также исследование механизма адсорбции для дальнейшего использования его в качестве сорбента в процессах водоочистки.

Материалы и методы. В качестве природного сорбента выбран трепел Зикеевского месторождения Калужской области. Фазовый состав трепела определяли методом рентгенофазового анализа на ди-

фрактометре Shimadzu XRD-7000 с $\text{CuK}\alpha$ -излучением (Germany). Удельную поверхность ($S_{\text{уд}}$) трепела определяли методом тепловой десорбции азота с использованием прибора Sorbi-3M (Russia). Сорбция ионов Fe^{3+} , Ni^{2+} , CrO_4^{2-} , H_2AsO_4^- проводилась на природном трепеле в статическом режиме.

Для подтверждения влияния поверхностного заряда трепела на его сорбционные свойства был применен индикаторный метод. В качестве индикаторов были выбраны: анионный краситель эозин, катионный краситель метиленовый голубой.

С целью увеличения сорбционных свойств проводилась химическая модификация поверхности трепела оксигидроксидом железа (FeOOH).

Результаты и обсуждение. По результатам РФА определено, что основной фазой трепела является SiO_2 . Экспериментально установлено, что трепел имеет малый объем пор и относительно высокую удельную поверхность. Исходя из этого, можно предположить, что при очистке воды с использованием трепела не будут сказываться внутридиффузионные процессы, что может положительно влиять на скорость достижения сорбционного равновесия. Было определено оптимальное время достижения сорбционного равновесия, оно составило 30 мин. Все последующие эксперименты по сорбции были проведены при данном времени. Полученные изотермы сорбции ионов H_2AsO_4^- , CrO_4^{2-} , Ni^{2+} , Fe^{3+} на минеральном сорбенте трепеле приведены на рис. 1.

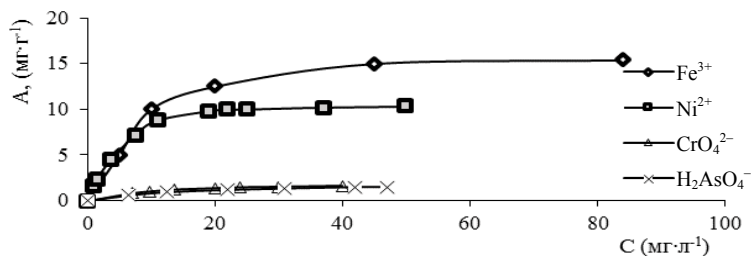


Рис. 1. Изотермы адсорбции ионов на чистом трепеле

Результаты эксперимента и анализ полученных изотерм сорбции ионов H_2AsO_4^- , CrO_4^{2-} , Ni^{2+} , Fe^{3+} в статическом режиме показали, что трепел способен лучше поглощать из водных растворов ряд катионов металлов, таких как Fe^{3+} , Ni^{2+} , чем анионы H_2AsO_4^- , CrO_4^{2-} . Сорбционные емкости по данным ионам представлены в табл. 1.

Полученные изотермы сорбции ионов H_2AsO_4^- , CrO_4^{2-} , Ni^{2+} , Fe^{3+} были обработаны в координатах уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха. На основании значений коэффициентов корреляции был сделан вывод

о том, что изотермы сорбции хорошо аппроксимируются уравнением Ленгмюра, это свидетельствует о том, что адсорбция локализована на отдельных адсорбционных центрах с образованием мономолекулярного слоя.

Таблица 1

Характеристики адсорбции ионов на трепеле

Ионы	Fe^{3+}	Ni^{2+}	CrO_4^{2-}	H_2AsO_4^-
$A_{\infty} (\text{мг} \cdot \text{г}^{-1})$	17,27	11,614	1,9988	1,97
$K (\text{л} \cdot \text{мг}^{-1})$	0,113	0,206	0,102	0,07

Результаты исследования влияния поверхностного заряда трепела на его сорбционные свойства с помощью индикаторного метода показали, что метиленовый голубой сорбируется на трепеле, а озин нет. Данный факт говорит о том, что активные центры заряжены отрицательно. Принимая во внимание низкую растворимость арсената железа ($\text{ПР} (\text{FeAsO}_4) = 5,8 \cdot 10^{-21}$) и нетоксичность ионов железа (III), в данной работе проведена химическая модификация трепела оксигидроксидом железа с целью улучшения сорбционных свойств трепела по отношению к анионам H_2AsO_4^- (табл. 2).

Таблица 2

Содержание железа в трепеле после модификации

Сорбент	Исходный трепел №1	Трепел №2	Трепел №3
Содержание Fe, %	0,38	0,96	2,8

Изотермы сорбции анионов мышьяка на модифицированном трепеле представлены на рис. 2.

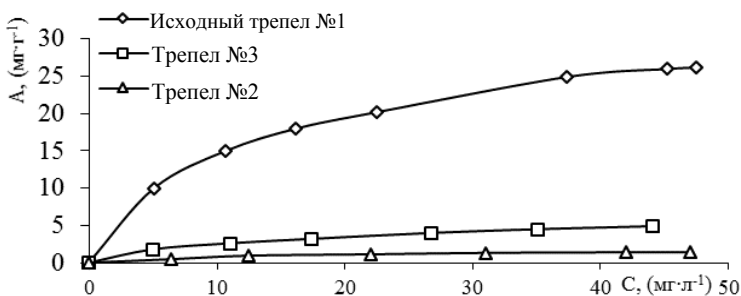


Рис. 2 Изотермы адсорбции аниона H_2AsO_4^- на чистом и модифицированном трепеле оксигидроксидом железа

Увеличение сорбционной емкости трепела модифицированного оксигидроксидом железа, связано, как отмечалось выше, с образова-

ем труднорастворимого арсената железа. Разработка новых способов модифицирования трепела с целью получения на его основе высококачественных сорбентов является актуальной задачей для водоочистки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Печенюк С.И. Сорбция анионов на оксигидроксидах металлов // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2008. – Т. 8, № 3. – С. 380–429.
2. Савельев Г.Г., Юрмазова Т.А., Шахова Н.Б. Сорбция ионов As^{3+} , As^{5+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} из водных растворов на поверхности наноразмерного волокнистого оксигидроксида алюминия // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2011. – Т. 54, № 3. – С. 36–39.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ ВЫЯВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ НА СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

П.В. Шалда, студент

*Научный руководитель М.Ю. Катаев, проф. каф. АСУ, д.т.н.
Томск, ТУСУР, k_m_y@mail.ru*

Для интерпретации результатов работы методов выявления изменений существуют различные методы [1–3] с использованием как эмпирически определенных фиксированных порогов, так и определенных алгоритмами автоматического определения порогов. Математически все алгоритмы бинарной оценки изменений можно выразить следующим образом:

$$T(x, y) = \begin{cases} 1, & I_d(x, y) \geq \tau \\ 0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases}$$

где τ – порог изменений, часто выявленный эмпирическим путем, а $I_d(x, y)$ – функция выявления изменений.

Для применения различных методов выявления изменений в качестве исходных будут использованы данные вегетационного индекса NDVI (наиболее распространенного в своем применении), полученного из красного и инфракрасного каналов спутника Landsat 8, данные взяты в одинаковые периоды года за 14.07.2013 и 22.07.2016, что позволяет избавиться от изменений, вызванных различными климатическими условиями (снежный покров, температура, влажность почвы). В качестве алгоритмов выявления изменений были выбраны разность, соотношение изображений и метод главных компонент.

Разность изображений. В данном методе изображения одной области, полученные в разные значения времени t_1 и t_2 , вычисляются

пиксельным способом, где из каждого значения пикселя первого снимка соответственно вычитается значение пикселя второго. Математически это можно выразить следующим образом:

$$I_d(x, y) = I_1(x, y) - I_2(x, y),$$

где I_1 и I_2 – изображения в моменты времени t_1 и t_2 , а (x, y) – значения координат пикселя. Результирующее изображение I_d представляет собой разность показателей интенсивности излучения первого и второго снимков.

Результаты работы данного метода представлены на рис. 1, где слева находится разностное изображение в цвете с рядом расположенной цветовой шкалой, а справа – версия изображения с использованием алгоритма автоматического оценивания порога изменений по методу Капура. Как можно увидеть, порог на данном изображении обеспечивает достаточную наглядность измененных областей.

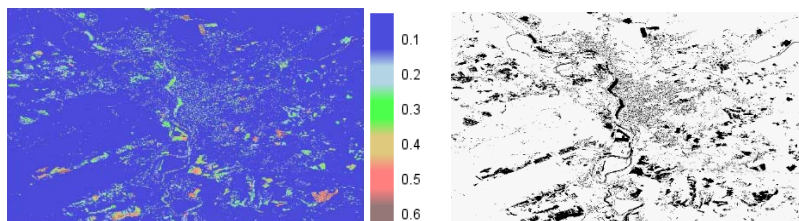


Рис. 1. Результат работы метода «Разность изображений»

Соотношение изображений. Схожий с разностью изображений данный метод сравнивает попиксельно два снимка. Математически данный метод выражается как

$$I_d(x, y) = \frac{I_1(x, y)}{I_2(x, y)}.$$

В классическом представлении значения на результирующем снимке находятся в пределах $[0, \infty]$, что значительно затрудняет работу с результатами данного метода. Если значения интенсивности пикселей равны, то в результате будет записана 1.

Для нормализации же результатов данного алгоритма может быть использована функция арктангенса следующим образом:

$$I_d(x, y) = \arctan\left(\frac{I_1(x, y)}{I_2(x, y)}\right) - \frac{\pi}{4}.$$

После применения нормализации значения результирующего изображения будут находиться в известных пределах, а порог значимых изменений может быть найден с помощью алгоритма, использованного

в предыдущем пункте. На рис. 2 представлены результаты работы алгоритма отношения изображения со шкалой изменений и бинарная версия с использованием алгоритма Капура.

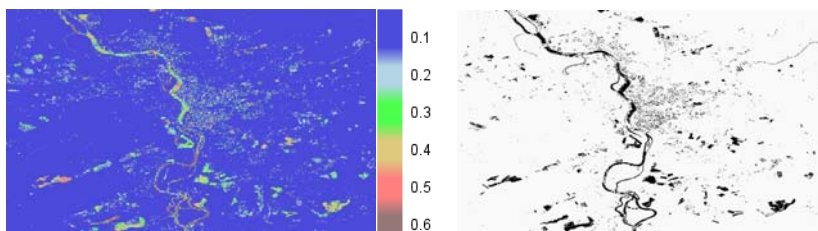


Рис. 2. Результат работы метода «Соотношение изображений»

Метод главных компонент (МГК). В данном методе применяется преобразование главных компонент, а затем линейное преобразование, которое определяет новую ортогональную координатную систему, позволяющую представить исходные данные без корреляции. Математически набор исходных данных $X^T = [X_1, \dots, X_l, X_L]$, данные размерностью L , имеющие матрицу ковариации C , а главные компоненты $Y_1, \dots, Y_l, Y_L$ будут определяться как:

$$Y_1 = e_{1l}X_1 + e_{2l}X_2 + \dots e_{Ll}X_L = e_{1l}^T X,$$

где T – транспонированная матрица, $e_{1l}^T = [e_{1l}, \dots, e_{Ll}]$ – это собственные векторы матрицы ковариации C .

Результаты работы алгоритма представлены на рис. 3, где слева – оригинальное изображение в цвете, а справа – бинарная версия, результат работы алгоритма Капура.

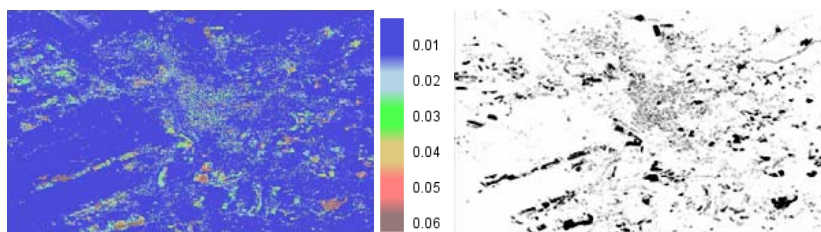


Рис. 3. Результат работы метода «Метод главных компонент»

В таблице представлены результаты сравнения изображений, полученных при работе алгоритма Капура. Данное сравнение производится с целью определения эффективности метода Капура в целом и выявления наиболее сбалансированного метода выявления изменений среди приведенных выше.

Результаты сравнения изображений метода Капура

	Разность	Отношение	Регрессия	МГК	МГК ВИ
Разность	–	7,5	3,0	9,4	4,3
Соотношение	7,5	–	9,0	4,9	7,8
МГК	9,4	4,9	10,0	–	10,0
Всего	24,2	29,2	28,4	34,3	28,5

Данная работа была выполнена в центре космического мониторинга Земли ТУСУРа.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Singh A.* Digital change detection techniques using remotely-sensed data // International Journal of Remote Sensing. – 1989. – No. 11. – PP. 989–1003.
2. *Rignot E.J.M., van Zyl J.J.* Change detection techniques for ERS-1 SAR data // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. – 1993. – No. 2. – PP. 896–906.
3. *Катаев М.Ю., Катаев С.Г.* Решение задачи поиска изменений по данным анализа спутниковых данных спектрорадиометра MODIS // 12th Conference and Exhibition Engineering Geophysics. – 2016.

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ И ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ ПАРАМЕТРОВ КОНТУРА ЛИНИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ БД HITRAN ДЛЯ МОЛЕКУЛ H_2O

Е.А. Шевченко, студентка каф. АСУ

*Научный руководитель Б.А. Воронин, доцент каф. АСУ, к.ф.-м.н.
Томск, ИОА СО РАН, vba_iao@mail.ru*

Провести оценку с использованием банков данных, состоящих из экспертных и экспериментальных результатов, например HITRAN [2] и GEISA [3], – цель данной работы. Имеются спектроскопические банки данных, содержащие сотни миллионов водяного пара, например, расчет ВТТ – содержит почти 700 миллионов переходов HD^{16}O [1].

Для практического использования, кроме центров и интенсивностей, необходимо знать параметры центров линий, в частности, такие, как самоуширение, уширение воздухом, коэффициент температурной зависимости и пр. Сделать высокоточные расчеты параметров, или эксперимент для такого числа линий не представляется возможным. Остается возможность сделать оценки, которые бы были по возможности приемлемыми. К решению данной проблемы и приступаем.

Во всем БД HITRAN–2016 около 7 с половиной миллионов линий. Для изотополога H_2^{16}O (основной изотопической модификации) – 142 тысячи. С помощью интерполяций и экстраполяций из БД HITRAN

возможно получить оценки параметров, которые необходимы для конечных пользователей этих данных.

Используя отсортированные данные, был построен график зависимости $G\text{-self}$ (параметра самоуширения линии), от $J\text{-top}$ (J') (угловой момент инерции) верхнего уровня (рис. 1).

Можно заметить общую ниспадающую тенденцию с ростом J' на рис. 2.

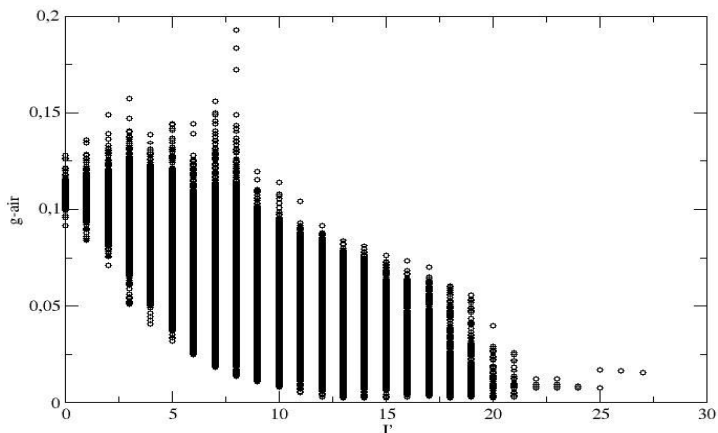


Рис. 1. Зависимость самоуширения (вертикальная ось) от J' (горизонт. ось)

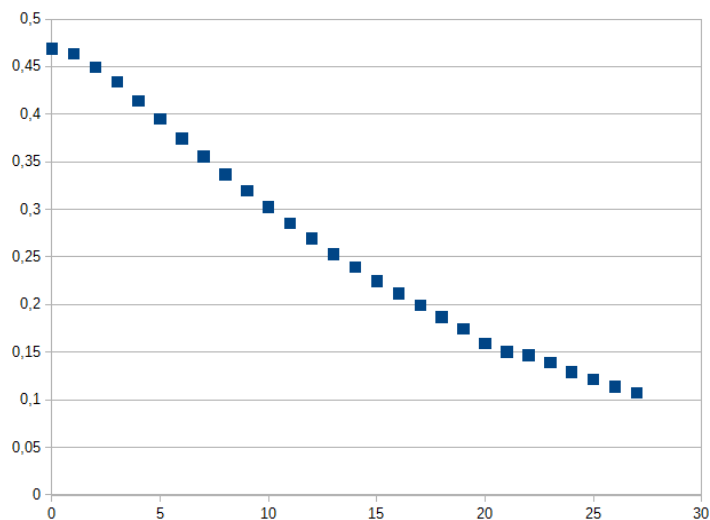


Рис. 2. Та же зависимость $G\text{-self}$ (вертикальная ось) от J (горизонтальная ось) после осреднения

Для построения графиков были использованы такие редакторы, как LibreOffice, Microsoft Office Excel, IBM Lotus Symphony, в зависимости от размеров файла и поставленной задачи. Для построения графиков менее чем 32 тыс. данных использовался Microsoft Office Excel, для большего количества применялись LibreOffice или IBM Lotus Symphony. Для нахождения среднего значения G-air от J-top, с помощью языка программирования C++ была написана программа.

На рис. 3. представлена еще более точная зависимость G-air (уширение линии воздухом) от J верхнего и нижнего уровней для P-, Q- и R-ветвей.

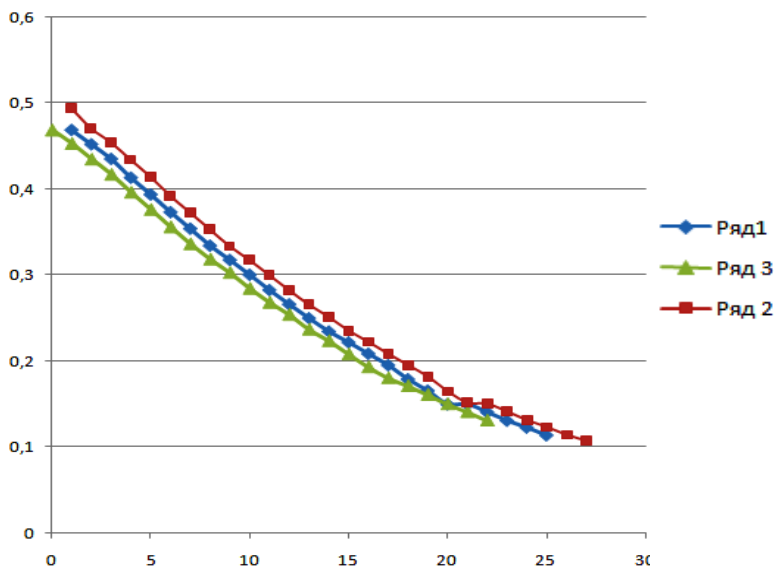


Рис. 3. Зависимость G-air

Благодаря полученным данным уже можно оценить параметры для значительного числа переходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Voronin B.A., Tennyson J., Tolchenov R.N., Lugovskoy A.A., Yurchenko S.N. A high accuracy computed line list for the HDO molecule // Month. Not. Roy. Astron. Soc. – 2010. – Vol. 402. – PP. 492–496.
2. <https://www.cfa.harvard.edu/hitran>
3. Jacquinet-Husson N., Armante R., Scott N.A. et al. The 2015 edition of the GEISA spectroscopic database // J. Mol Spectros. – 2016. – Vol. 112. – PP. 2395–2445.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗЕЛЕНОГО СПЕКТРА СВЕТОДИОДОВ

А.П. Шкарупо, аспирант

*Научный руководитель А.Г. Карташев, проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н.
Томск, ТУСУР, schkarupo.anastasia@yandex.ru*

В настоящее время наблюдается развитие светодиодных приборов, обеспечивающих качественное освещение, обладающих длительным сроком эксплуатации. Из экологических характеристик света наиболее значимыми являются продолжительность воздействия, интенсивность воздействия (освещенность) и качество света. Изменение освещенности отражается на физиологической реакции рыб, которая может сопровождаться изменением лимфоцитов и эритроцитов, концентрацией гемоглобина, биохимического состава сывороточных белков [1, 2].

В настоящей статье рассматриваются результаты исследований влияния светодиодов с зеленым спектром на показатели роста аквариумных рыб вида *Barbus titteya*. Целью исследований являлось изучение влияния света на интенсивность роста молоди рыб.

В работе представлена опытная группа аквариумных рыб барбуса вишневого, которые относятся к семейству карповых (Cyprinidae). Размер барбуса вишневого (*Barbus titteya*) не превышает 5 см [3]. Самки мечут до двух-трех сотен икринок, из которых на следующие сутки, в зависимости от температуры воды, начинают появляться личинки. Личинка растет, развивается и через некоторое время превращается в малька, который по своему внешнему виду ничем не отличается от взрослой рыбы. Уже на стадии личинки начинается линейный и весовой рост рыбы. Рыбы растут в течение всей жизни, вначале этот процесс протекает быстро, затем рост замедляется [4, 5].

Для экспериментов икру получали от одной пары производителей в аквариумных условиях. Мальков отсаживали по 5 шт. в 2 аквариума объемом 20 л с одинаковой регулируемой температурой 24–26 °С и аэрацией воды. Проводили регулярную смену не менее 50% объема воды. Кормление молоди велось до насыщения живым зоопланктоном – жаброногими ракообразными артемия. Скорость роста молоди рыб определялась с точностью до 1 мм каждые 10 дней. Период наблюдений составил 40 дней.

Контролем служил «белый» свет от люминесцентной лампы, являющийся максимально приближенным по спектральному составу к солнечному излучению.

На опытные группы мальков рыб непрерывно хронически действовало светодиодного освещение зеленого спектра. Интенсивность освещения определяли люксметром на поверхности воды с точностью $\pm 5\%$. Освещенность – 460 лк, яркость – 219 кд/м². На каждую группы с одинаковой интенсивностью действовало естественное солнечное освещение от окон помещения, в котором находились аквариумы.

Результаты и их обсуждение. Анализ среднестатистических данных прироста молоди рыб (рис. 1) позволяет утверждать, что прирост мальков опытной группы проходил по экспоненциальной кривой, наибольшая интенсивность прироста отмечена с 30-х суток. В сравнении с контрольной группой прирост опытных молодей на 1,2 мм больше.



Рис. 1. Прирост мальков

По результатам полученных данных наблюдения можно сделать следующий вывод, что светодиодное освещение с зелеными спектром и освещенностью в 460 люкс имеет положительное воздействие на рост молоди рыб. Ускорение роста молоди рыб под влиянием светодиодов зеленого спектра составило 20,6%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ручин А.Б. Роль света в онтогенезе пресноводных рыб // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: матер. конф. – Вологда, 2005. – Т. 2. – С. 98–101.
2. Ручин А.Б. Влияние света на рост, питание и интенсивность дыхания молоди серебряного карася (*Carassius auratus gibelio*) // Изв. высш. учеб. завед. Поволжский регион. Естественные науки. – 2006. – № 5. – С. 284–288.
3. Кочетов С.М. Барбусы и расборы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dshinin.ru/Books/2007/03/27/3859.pdf> (дата обращения: 15.01.2017).
4. Никольский Г.В. Экология рыб. – М.: Высш. шк., 1974. – 386 с.
5. Константинов А.С. Общая гидробиология: учеб. для студентов биол. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 472 с.

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА РАЗВИТИЕ ВИШНЕВЫХ БАРБУСОВ

А.А. Шумилин, студент

*Научный руководитель А.Г. Карташев, проф., д.б.н.
Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, shumilin.alex@bk.ru*

Нефтяные углеводороды (НУ) являются одними из наиболее опасных и широко распространенных поллютантов. Загрязнение ими вызывается нефтегазовой индустрией и другими видами антропогенной деятельности. Попавшая в море нефть может переноситься на многие сотни миль от места сброса, постепенно проникать в толщу морской воды, накапливаться в донных осадках, а затем вновь всплывать на поверхность, создавая вторичное загрязнение. Она представляет собой смесь соединений в основном неспецифического действия, токсичность которой преимущественно обуславливают полиароматические углеводороды (ПАУ). Многие компоненты нефти (главным образом, низкомолекулярные) обладают наркотическими и нервнопаралитическими свойствами. Максимальная угроза для гидробионтов – водорастворимые и диспергированные элементы нефти. Истинный раствор и тонкоэмульгированные НУ токсичнее, чем грубая дисперсия нефти. С переходом от НУ с непосредственной цепью атомов углерода к сложным и разветвленным молекулам, в особенности повторяющейся структуры, кроме того, согласно мере увеличения относительной молекулярной массы ПАУ происходит нарастание их токсичности. По этой причине максимальное внимание ученых в минувшие годы привлекают высокомолекулярные ПАУ [1].

В данной работе рассматривается влияние нефтепродуктов на развитие аквариумных рыб – вишневого барбуса. Для этого необходимо рассмотреть следующие пункты: особенности эмбриологии рыб, онтогенез рыб, влияние нефтепродуктов на эмбриональное развитие рыб и их онтогенез.

Объектом исследования являлся вишнёвый барбус (лат. *Puntius titteya*). Вишнёвый барбус – вид лучепёрых рыб из семейства карповых. Впервые был описан в 1929 г. Родина его в Азии, в реках Келани и Нилвала в Шри-Ланке. Также есть несколько завезенных популяций в Колумбии и Мексике.

Вишневый барбус занесен в Красную книгу как вид, находящийся под наблюдением. С 1988 по 1994 г. он был отнесен к видам, находящимся под угрозой, но сейчас кризис миновал.

Предпочитает места с медленным течением либо стоячей водой и дном, покрытым опавшими листьями и ветками. Рыба небольшая раз-

мером, максимальная длина брюшка которой – 5 см, обычно меньше. Средняя продолжительность жизни – 4 года.

Цвет брюшка темно-красный и коричневатый в обычном состоянии, но во время возбуждения или нереста самцы становятся ярко-вишневого цвета, почти алого. Также по брюшку проходит темная полоса, но не сплошная, а отдельными пятнами [2].

Для эксперимента были предоставлены личинки в количестве 40 штук. Возраст личинок составлял вторые и третьи сутки после оплодотворения. Личинки контрольной группы в количестве 20 штук находились в нормальных условиях. Другие 20 личинок являлись экспериментальной группой находились в воде с внесенными в нее нефтепродуктами в концентрации 0,5 мг/л. В результате эксперимента было выявлено повышение смертности в экспериментальной группе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черкашин С.А. Отдельные аспекты влияния углеводородов нефти на рыб / Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eps.dvo.ru/vdv/2005/3/pdf/vdv-083-091.pdf> (дата обращения: 26.02.2017).

2. *Википедия* – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вишнёвый_пунтиус (дата обращения: 26.02.2017).

ОСОБЕННОСТИ БИОТОПИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД В ПОДКОРНЕВОЙ ЗОНЕ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ

Е.А. Яковлева, Д.А. Ключева, студентки

Научный руководитель Т.В. Денисова, доцент, к.б.н.

Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, katyusha.yakovleva.96@mail.ru

Проект ГПО 1401 «Биоиндикация окружающей среды»

Цель наших исследований заключалась в исследовании особенностей распределения почвенных нематод в подкорневой зоне ели и сосны в сентябре 2016 г.

Исследования проводились в пределах города Томска, на правом берегу реки Томи в начале осени: сентябрь 2016 г. Образцы экспериментальной почвы для исследования численности и почвенных нематод были отобраны в светло-серых лесных почвах. Для исследования распределения нематод был выбран смешанный многолиственный разнотравный лес. В подкорневой зоне деревьев пробы отбирались с поверхностного слоя (0–10 см) и на расстоянии 20, 40, 60 и 80 см от корневой шейки деревьев.

Выделение нематод осуществлялось по методу Бермана из навесок почвы 15–30 г с повторностью в 3 раза [6. С. 136]. Для фиксации был использован специальный фиксатор – ТАФ (триэтаноламин + формалин + вода в соотношении 2:7:91). Численность популяции почвенных нематод рассчитывали с учётом на 100 г почвы [5. С. 6]. Полученные данные обрабатывали в программе Microsoft® Excel.

Нематоды после простейших – наиболее богатая по численности и видовому разнообразию группа почвенных организмов. Они являются одной из важных частей почвенной биоты [3. С. 139]. Достаточно обширное объединение, представители которой распространены во всех климатических зонах земного шара: в морях, океанах, встречаются от северного полюса до прибрежных вод и внутренних водоёмов Антарктиды, населяют пресноводные водоёмы, освоили все типы почв (от торфяников тундры до сыпучих песков пустынь). Так же, как и простейшие, нематоды обитают в тонких пленках воды или гниющих материях, а некоторые паразитируют на корнях растений. В зависимости от климатических зон и от типа почвы меняются их численность и видовой состав. По оценкам ученых, численность их обычно составляет несколько миллионов на 1 квадратный метр, на кислых почвах она может снизиться до нескольких сотен тысяч, а в особо хороших условиях возрастает до 50 млн [4. С. 428].

В почвенном ярусе они не только живут, но и участвуют в разнообразных процессах, там идущих, в том числе в круговороте веществ. Велика роль почвенных нематод в поддержании плодородия и даже его повышении. Нематоды имеют тесные трофические связи с бактериями, грибами, растениями; активно участвуют в процессе минерализации веществ и создании почвенного плодородия, выполняют регуляторную функцию через хищничество [4. С. 428]. Изучение нематод-паразитов растений важно с практической точки зрения: некоторые виды относятся к карантинным объектам, опасным вредителям сельскохозяйственных культур, снижают урожай, являются переносчиками вирусов растений. Кроме того, использование нематод в качестве биологических индикаторов для оценки состояния почвенных экосистем в настоящее время является признанным фактом [9. С. 19].

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Пик численности нематод в подкорневой зоне сосны наблюдается на расстоянии 40 см.

2. Наименьшая численность почвенных нематод сосны на расстоянии 80 см.

3. Исходя из данных исследования, наибольшая численность почвенных нематод в подкорневой зоне ели была обнаружена на расстоянии 20 см.

4. На расстоянии 80 см от корневой шейки ели численность нематод была минимальной.

5. Сравнив показатели численности популяции почвенных нематод, двух пород деревьев – ели и сосны, можно сделать вывод, что наибольшая численность нематод обитает в подкорневой зоне сосны, а в подкорневой зоне ели наибольшая численность нематод обитает только у корневой шейки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романенко В.Н. Почвенная зоология: учеб. пособие. – Томск, 2013. – 196 с.
2. Козловская Л.С. Роль беспозвоночных в трансформации органического вещества болотных почв. – Л.: Наука, 1976. – 211 с.
3. Соловьева Г.И. Взаимосвязи количественных показателей нематод и общие закономерности взаимосвязей в луговых биогеоценозах // Закономерности развития и взаимосвязей луговых биогеоценозов. – Петрозаводск, 1977. – С. 113–139.
4. Парамонов А.А. Класс Нематоды, или Круглые черви // Жизнь животных. – М.: Просвещение, 1968. – Т. 1. – С. 394–428.
5. Залялетдинова Н.А., Антропова С.А., Карташев А.Г. Влияние нефтезагрязнений на сообщество почвенных инфузорий и нематод в лабораторных условиях // Вестник ВГУ. Сер.: Химия. Биология. Фармация. – 2016. – № 2. – 6 с.
6. Суменкова Н.И. О методах приготовления препаратов нематод для морфотаксономических исследований // Фитогельминтологические исследования. – М.: Наука, 1978. – С. 127–136.
7. Сигарева Д.Д. Влияние исходной зараженности почвы на развитие почвенных и корневых популяций нематод на разных полевых культурах // Проблемы почвенной зоологии. – Минск: Наука и техника, 1978. – С. 214–215.
8. Филиппов И.Н. Нематоды вредные и полезные в сельском хозяйстве // М.; Л.: Сельхозгиз, 1934а. – С. 3–440.
9. Bongers T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition // Oecologia. – 1990. – Vol. 83. – PP. 14–19.

АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО РАБОТЕ С ПРЕКУРСОРАМИ И УКАЗАНИЕ (ПОСТАНОВКА) ПОРЯДКА ОБРАЩЕНИЯ С НИМИ

**Е.В. Кандычева, магистрант каф. УИ; Е.В. Власенко,
Д.Н. Яремчук, студенты каф. РЭТЭМ; Е.П. Жуков, студент
каф. АОИ ТУСУРа; В.В. Алифанов, студент СибГМУ**
Научный руководитель И.А. Екимова, зав. каф. химии СибГМУ, к.х.н.
Томск, ТУСУР, ekimova_ira80@mail.ru

Лицензирование деятельности, связанной с оборотом прекурсоров, подтверждает факт, что ряд прекурсоров может использоваться не только для изготовления наркотических средств (НС) и психотропных

веществ (ПВ), но и для изготовления взрывчатых веществ, пиротехнических смесей и химического оружия. Поэтому установление жесткого государственного контроля оборота прекурсоров как химических веществ, часто используемых для незаконного изготовления указанных выше веществ, а также химических реагентов, используемых для незаконного изготовления взрывчатых веществ и элементов химического оружия, является актуальным.

Правильно составленный алгоритм обращения с прекурсорами позволит помочь руководителям организаций подготовить документы необходимые при проверке контрольно-надзорными органами, а также ознакомит с общими принципами проведения проверки.

Анализ хранения и реализации прекурсоров поможет найти слабые места в организации, которые могут создавать угрозу химической и биологической безопасности.

Целью является на основании анализа деятельности, связанной с оборотом прекурсоров, создать базу данных и алгоритм безопасного обращения с ними.

Изучая деятельность по работе с прекурсорами в Сибирском государственном медицинском университете (далее – СибГМУ), был составлен общий перечень веществ (далее – перечень 1), содержащий следующую информацию: название, вес, дата изготовления, срок хранения.

Далее перечень 1 был проверен на наличие исследуемых веществ требующих по законодательству особых мер хранения, т.е. прекурсоров. Из-за большого количества наименований и наличия тривиальных названий в перечне 1 был затрачен большой объем времени для установления совпадений со списком прекурсоров. Как известно затрата времени добавляет погрешность, связанную с человеческим фактором. Составив полный список прекурсоров из перечня 1, было определено, к какой таблице прекурсоров каждый из них относится. Следующим действием стало, учитывая класс помещения и таблицу прекурсора, установить, как правильно согласно законодательству его хранить и какие отчетности о деятельности, связанной с ним, следует предоставлять.

Проанализировав данные, можно представить в виде следующего алгоритма действия с прекурсорами: определить, относится ли данное вещество к прекурсорам; определить номер таблицы, к которой относится данный прекурсор; установить методы хранения для вещества учитывая, к какой таблице оно относится; установить методы отчетности (журналы, допуски и т.д.) и порядок лицензирования.

Для устранения человеческого фактора и сокращения времени работы была создана база данных, содержащая более подробную информацию о прекурсорах – химическая информационная база данных

(ХИБД-П). И в дальнейшем был разработан на основе аналогов в данной сфере программный продукт – химическая информационная система (ХИС), более полно предоставляющая информацию по хранению, реализации и переработке прекурсоров, включая в себя все основные Федеральные законы, связанные с деятельностью по обороту прекурсоров.

Новизна заключается в разработке памятки и программного продукта, которые содержат перечень необходимых документов для проверки контрольно-надзорными органами. Перечень документов поможет лучше подготовиться к приезду государственных инспекторов, уменьшит количество примененных штрафных санкций.

Законодательство в данной сфере касается всех лиц, использующих данные вещества. Прекурсоры наркотических средств и психотропных веществ часто используются в лабораториях образовательных учреждений и различных организациях, иной раз даже не связанных напрямую с химическими веществами. Это значительно затрудняет точное соблюдение законодательства по обороту прекурсоров и увеличивает процент его нарушения.

По данным проведенного исследования разработанный программный продукт был протестирован на кафедре химии СибГМУ совместно с заведующей химическими лабораториями и складом. По результатам тестирования ХИС является единственной системой, полно отображающей информацию по хранению, реализации, переработке и обороту прекурсоров, а также имеющей перечень нормативных актов в данной сфере деятельности, устраняя этим лишние действия по поиску дополнительной информации. Также из за наличия большого количества тривиальных названий веществ с помощью поисковой системы исключается человеческий фактор и сокращается время обработки информации. Программа легка в использовании, не требует дополнительных знаний и специального обучения работы с ней. Не требует установки и занимает достаточно мало места на жестком диске/флэшке. Недочетов во время использования выявлено не было.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юридический отдел ООО «Факультет медицинского права». Надзор за обращением прекурсоров наркотических средств и психотропных веществ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kormed.ru/proverki-organami-nadzora/nadzor-v-sfere-zdravookhraneniya/nadzor-za-obrashcheniem-prekursorov-narkoticheskikh-sredstv-i-psikhotropnykh-veshchestv> (дата обращения: 17.02.2017).
2. Федоров А.В. Незаконный оборот наркотиков: глобальные тенденции и проблемы: сб. докл. Междунар. комитета по контролю над наркотиками. – М.: Астрей-центр, 2007. – 152 с.

СЕКЦИЯ 7

ОТКРЫТИЯ. ТВОРЧЕСТВО.

ПРОЕКТЫ

(Секция для школьников)

СЕКЦИЯ 7

ОТКРЫТИЯ. ТВОРЧЕСТВО. ПРОЕКТЫ

(Подсекция для школьников)

Председатель секции – Мозгунов А.В., начальник ОНиР

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЖЕЛЕЗА В ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЕ

К. Воронина, учащаяся 9-го класса,

Е. Воронина, учащаяся 10-го класса

Руководитель Т.М. Букреева, учитель химии МБОУ «СОШ № 196»

ЗАО Северск, МБОУ «СОШ № 196»

Вода как самый распространенный в биосфере планеты Земля, как среда, в которой зародилась жизнь на Земле, как самое загадочное по своим физико-химическим свойствам вещество, была, остается и будет объектом пристального внимания исследователей.

По санитарным нормам любая вода, которая течет из крана, должна отвечать стандартам питьевой воды.

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» утверждены и введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации Г.Г. Онищенко с 26 сентября 2001 г. СанПиН 2.1.4.1074-01 является обновленным изданием СанПиН 2.1.4.559-96, который был принят в 1997 г.

Целью работы является изучение химического состава и свойства питьевой воды СТИ НИЯУ МИФИ, в частности определение концентрации железа в воде и методы очистки воды от него.

Нами были поставлены следующие **задачи**:

1) на основании качественного и количественного анализа определить водородный показатель pH, физические показатели качества воды, содержание катионов и анионов (нитратов, хлоридов, сульфатов, железа и растворенного кислорода) в исследуемой воде;

2) расширить и углубить знания о качестве воды, оказывающей влияние на здоровье человека и, в частности, учащихся в СТИ НИЯУ МИФИ;

3) проследить динамику изменения качества водопроводной воды;

4) найти информацию о том, как можно в домашних условиях провести качественный анализ на содержание железа, а также сделать домашнюю установку по очистке воды от железа.

Актуальность темы в том, что вода является жизненно необходимым веществом. На сегодняшний день сохранение и укрепление здоровья человека – одна из наиболее актуальных проблем современности. Прежде всего, нас заинтересовал качественный состав воды и полностью ли он соответствует санитарным нормам.

Железо – главный враг водопроводных труб и нагревательных элементов бытовых приборов. Определить наличие ферросодержащих компонентов можно при помощи привычных аптечных препаратов или набора аквариумиста.

В питьевой воде повышенное содержание железа может свидетельствовать о:

- коррозии «черных» (чугунных или стальных водопроводных труб);
- использовании на муниципальных станциях водоочистки железосодержащих коагулянтов.

Из школьного курса химии известно, что железо в жидкости встречается в двухвалентной (растворенной) и трехвалентной (химически связанной) форме (таблица). Кроме того, существуют органические соединения одного из самых распространенных элементов – железобактерии.

Определение железа в домашних условиях

Индикатор, элемент	Сульфосалициловая кислота	Перманганат калия (марганцовка)	Набор аквариумиста
Железо двухвалентное		+	+
Железо трехвалентное	+	+	
Железобактерии		+	

Самый простой метод определения железа в воде основан на взаимодействии его катионов с сульфосалициловой кислотой. Образующее в щелочной среде соединение ярко-желтого цвета – первый «симптом» коррозии водопроводных труб.

Марганцовка – один из самых «универсальных» домашних индикаторов. Для того чтобы определить наличие железа, светло-розовый раствор перманганата калия смешивают с образцами пробы. В случае положительной реакции цвет среды меняется на желтовато-бурый.

Набор аквариумиста состоит из индикатора, среды и реагентов. Для идентификации катионов двухвалентного железа водопроводную

воду заливают в пузырек, содержащий раствор и реагенты, с помощью шприца. По интенсивности изменения расцветки среды можно делать приблизительные выводы о количестве растворенного элемента.

Простейший способ выявить наличие трехвалентного железа – отстаивание пробы. Появление характерного красно-бурого осадка является первым признаком наличия трехвалентного железа, которое, окисляясь, превращается в красноватый гидроксид.

Определить железо в воде можно по следующим признакам:

- наличие красно- или желто-бурого цвета;
- на дне емкости спустя некоторое время образовывается осадок;
- вода имеет специфический металлический, «тягучий» привкус, пахнет железом;
- на сантехническом оборудовании появляются следы ржавчины, коричневые пятна;
- после стирки одежда приобретает сероватый или темный оттенок.

Как уже было сказано выше, очистить воду от железа (III) можно простым отстаиванием в течении 10–20 часов. Хлопья гидроксида железа (III) осядут на дне ёмкости, затем достаточно провести обычную фильтрацию.

С железом (II) все немного сложнее. В отличие от железа (III) он хорошо растворяется в воде. Поэтому чтобы отделить воду от железа (II), нужно его окислить и перевести в железо (III). Для этого достаточно пробулькивать (барботировать) воздух через воду. Кислород окисляет двухвалентное железо, оно переходит в третью валентность, а дальше в дело вступает гидролиз.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Скальный А.В.* Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Изд. дом «ОНИКС 21 век», 2004.
2. http://www.watermap.ru/blog_items/kak-naiti-jelezo-v-vode
3. <http://aqua-guru.ru/analiz/analiz-vody-na-zhelezo.html>
4. <http://forum.autoua.net/showflat.php?Cat=1&Number=6007053&Main=6002233>
5. <http://ochistivodu.ru/kak-opredelit-zagriznitet-v-domashnikh-usloviiah/kak-opredelit-zhelezo>
6. <http://zhenskii-portal.ru/zdorove/kak-opredelit-soderzhanie-zheleza-v-vode.html>
7. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Вода>

ПОЛИСАХАРИДЫ. ЗАЧЕМ ОНИ...? ДЕКСТРИН

Н. Помелова, учащаяся 8-го класса

Руководитель Т.М. Букреева, учитель химии МБОУ «СОШ № 196»

ЗАО Северск, МБОУ «СОШ № 196»

Очень часто мы встречаем людей с избыточной массой тела. Во многом виноваты жиры, которые мы употребляем бесконтрольно, но есть еще одна группа органических соединений, которая влияет на многие процессы в организме человека, – это углеводы или сахараиды.

Декстрин – это полисахарид, который занимает промежуточное положение между глюкозой и крахмалом. Благодаря наличию уникальных свойств, декстрин нашел обширное применение в пищевой промышленности. Во всем мире это вещество известно как пищевая добавка E1400, которая абсолютно безвредна для организма. Так как декстрин занимает промежуточное положение между крахмалом и глюкозой, он является очень ценным питательным углеводом.

Добавку E1400 официально можно применять в пищевой промышленности в таких странах, как Россия, Украина, США и во всех странах Европы. Согласно недавним исследованиям ученых, декстрины, изготовленные на основе генномодифицированных видов кукурузы и картофеля, абсолютно не содержат генных мутаций.

В современной пищевой промышленности, применяют кислотный кукурузный декстрин высшего сорта. Он наиболее актуален в хлебопечении и во время приготовления разнообразных кондитерских изделий, таких как мармелад и мороженое. Очень часто, кукурузный декстрин входит в состав пищевых концентратов и порошков (киселей-полуфабрикатов, загустителей и аналогичных продуктов).

При изготовлении многих видов колбасы тоже используют кукурузный декстрин. А так как данное вещество безвредно, в некоторых случаях его добавляют и в детское питание.

За исключением пищевого декстрина есть и технические виды, которые применяют при производстве синтетических и водорастворимых клеев для полиграфии. Некоторые виды искусственной камеди есть и в составе красок для тканей и водорастворимых красок для рисования (акварельных и гуашевых).

Востребованы декстрины и в металлургической промышленности, их применяют при отливке стержней. А еще добавляют как связующее вещество в разные брикетируемые массы, применяют при производстве инсектицидов, стекловолокна, керамики и т.д.

Целью моей работы стало получение декстрина из крахмала как менее калорийного продукта.

Декстрин нам необходим, поскольку он, в отличие от крахмала, растворим в холодной воде. Декстрин – это незаменимая вещь в до-

машнем хозяйстве. Если вы хотите самостоятельно сделать фейерверк, то без декстрина не обойтись, декстрин также используют для изготовления клейстера, т.е. для склейки. Также декстрин используется в производстве кондитерских изделий в качестве загустителя или связующего компонента.

Интересный факт! В ротовой полости человека декстрин образуется при пережевывании пищи под действием альфа-амилаз.

Кроме этого, декстрин является самым распространенным связующим веществом в пиротехнике, поскольку он доступен и дешево стоит. Благодаря данному веществу пиротехнический состав легко принимает нужные формы и прекрасно прилипает к любому предмету. Декстрин может применяться с целью производства твердых и прочных форм, во время изготовления стопина, при переведении пороха в гранулированное состояние. Кроме этого, вещество выступает как горючее связующее в цветных огнях. То есть декстрин участвует в процессе горения и благодаря изменению его пропорции в составе можно менять скорость горения. Кукурузный декстрин может использоваться в качестве сахарозаменителя, при изготовлении домашних фруктовых консервов и вин. Он широко применяется во время производства мармелада и мороженого. Кукурузный декстрин также используется при изготовлении выпечки. Пищевая добавка под номером E1400 является продуктом переработки крахмала, и усваивается она намного лучше, нежели сам крахмал. Декстрин является питательным веществом, которое необходимо для работы организма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кнунянц И.Л. и др. Даффа-Меди // Химическая энциклопедия. – Т. 2. – М.: Советская энциклопедия, 1990. – 671 с.
2. <http://vesnorme.net/zdorovoe-pitanie/dekstrin.html>
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BD>

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ ПОРОШКОВ К ТВЕРДОФАЗНОМУ СИНТЕЗУ

С. Сутурин, учащийся

Руководитель Б.М. Кербель, профессор СТИ НИЯУ МИФИ, д.т.н.,

Т.М. Букреева, учитель химии

ЗАТО Северск, МБОУ «СОШ № 196»

Пьезокерамика не принадлежит к классическим видам керамики, поскольку в её состав не входит глинистое вещество. Пьезокерамические материалы синтезируются из окислов металлов. Однако примене-

ние характерного для керамической технологии приёма – обжига при высокой температуре – оправдывает отнесение пьезокерамических материалов к семейству керамики. Пьезо (от греческого «пиезо» – давить) указывает на то, что этому виду керамики присуще особое свойство – пьезоэлектрический эффект.

По сравнению с монокристаллическими пьезоэлектриками пьезокерамики отличаются технологичностью, дешевизной и выраженностью пьезоэлектрических и диэлектрических свойств. Из пьезокерамики можно изготавливать изделия любой формы – пластины, диски, цилиндры, трубки, сферы и т.п., которые чрезвычайно сложно или невозможно изготавливать из монокристаллов. По физическим свойствам пьезокерамика – это поликристаллический сегнетоэлектрик, представляющий собой химическое соединение или твердый раствор (порошок) зерен (кристаллитов).

Размеры кристаллитов обычно от 2 до 100 мкм. Каждый кристаллит представляет собой сегнетоэлектрический кристалл. Пьезокерамики обладают всеми свойствами, присущими кристаллическим сегнетоэлектрикам. По химическому составу пьезокерамика – сложный оксид, обычно включающий ионы двухвалентного свинца или бария, а также ионы четырёхвалентного титана или циркония. Изменяя соотношения исходных материалов и вводя различные добавки синтезируют составы пьезокерамики, обладающие определенными электрофизическими и пьезоэлектрическими характеристиками. Большинство составов ПК основано на химических соединениях с кристаллической структурой типа перовскита с формулой ABO_3 (напр., $BaTiO_3$, $PbTiO_3$, $LiNbO_3$) и различных твёрдых растворов на их основе (напр., системы $BaTiO_3 - CaTiO_3$; $BaTiO_3 - CaTiO_3 - CoCO_3$; $NaNbO_3 - KNbO_3$). Особенно широко используются в качестве пьезоэлектриков составы системы цирконата-титаната свинца (ЦТС или PZT) $PbTiO_3 - PbZrO_3$.

Основу большинства современных пьезокерамических материалов составляют твердые растворы оксидов титаната – цирконата свинца (ЦТС, PZT), модифицированные различными компонентами и добавками.

Создание технологически равновесной керамики, обладающей максимально возможной гомогенностью химического состава и степенью однородности ее конечной микроструктуры с минимальным уровнем остаточных механических напряжений, представляет собой достаточно сложную технологическую задачу, которая, как правило, в рамках классической керамической технологии не реализуется.

Целью моей работы на первом этапе является изготовление мельницы для приготовления максимально возможной гомогенной смеси с минимальным уровнем механических напряжений. Для достижения этой цели я изучил конструкции различных типов мельниц:

1. Барабанно-шаровые мельницы. В барабанных мельницах материал измельчается внутри полого вращающегося барабана. При вращении мелющие тела (шары, стержни) и измельчаемый материал (называемые «загрузкой») сначала движутся по круговой траектории вместе с барабаном, а затем падают по параболе.

Особенности: большая степень дробления; высокая производительность; простота операции; сильная приспособляемость разного сырья.

2. Валковые мельницы. Принцип работы: электродвигатель приводит диск в движение через редуктор, так что материалы падают в середину диска из загрузочного отверстия, в то время как горячий воздух входит в мельницу из загрузочного окна воздуха при вращении диска, материал под воздействием центробежной силы вносится высокоскоростным потоком по краю диска. Особенности: высокая эффективность и производительность; большая способность для сушки; простота технологии, экономность места; мало шума и загрязнения; равномерный зерновой состав; большой срок службы быстроизнашивающихся деталей.

3. Планетарные мельницы. В основу планетарной мельницы заложены те же принципы, что и в шаровой мельнице. Но кроме вращения вокруг собственной продольной оси барабану придаётся движение вокруг оси переносного вращения (как планеты вращаются вокруг Солнца).

Особенности: высокая скорость измельчения; малые объемы барабанов позволяют применять для изготовления мелющих тел и футеровок большое многообразие материалов как по твердости, так и по составу, что обеспечивает химическую чистоту пробы.

Изучив конструкции, технологические особенности различных типов мельниц, для своей работы я решил изготовить шаровую мельницу.

Следующим этапом моей работы является составление программы для станка ЧПУ.

Работа выполняется в интересах лаборатории оксидной керамики СТИ НИЯУ МИФИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исупов В.А. // ФТТ. – 1974. – 16. – С. 3103.
2. Кацнельсон Л.М., Кербель Б.М. Непрерывный твердофазный синтез ультра- и наноструктурных порошков оксидных материалов для производства высококачественной функциональной керамики // Цветные металлы. – 2012. – № 1. – С. 70–74.
3. Кацнельсон Л.М. Природа эффекта «памяти» дисперснокристаллического состояния в пьезокерамике: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Ростов н/Д, 1996. – 192 с.

МЕТАЛЛ XX ВЕКА

С. Филиппенко, учащийся -208 класса

Руководитель Т.М. Букреева, учитель химии

ЗАТО Северск, МБОУ «СОШ № 196»

Алюминий – один из интереснейших химических элементов. Интересен он не только тем, что неожиданно быстро и победоносно, в течение нескольких десятков лет, вошел в нашу жизнь, в быт, в технику, в важнейшие отрасли народного хозяйства, не только тем, что это тот легкий металл, который вместе с магнием создал крылатую мощь самолета.

Большой интерес представляют его свойства и прежде всего геохимическая роль. Дело в том, что алюминий, с которым культурное человечество познакомилось так недавно, является одним из важнейших и самых распространенных химических элементов.

Мы с вами отлично знаем, что под покровом глин, песков, образовавшихся в разное время в результате выветривания и разрушения массивных горных пород, находится сплошная, облегающая весь земной шар каменная оболочка Земли, или земная кора.

Мощность этой каменной оболочки, ее толщина не менее сотни километров, а может быть, как сейчас начинают предполагать, и значительно больше. Эта оболочка на глубине постепенно переходит в другую – рудную, содержащую железо и другие металлы, и, наконец, в центре Земли находится, по-видимому, железное ядро. Каменная оболочка образует на поверхности Земли огромные выступы – материковые массы, или континенты. На них, в свою очередь, образовались складки в виде длинных цепей гор. Каменная оболочка Земли, составляющая основание континентов и их горных цепей, состоит из алюмосиликатов и силикатов.

Алюмосиликаты состоят, как это видно по их названию, из кремния, алюминия и кислорода. Вот почему каменную оболочку часто называют «сиаль» – SiAl , по сочетанию первых слогов латинских названий кремния – *Silicium* – и алюминия – *Aluminium*. Эта оболочка, в состав которой главным образом входит гранит, по весу состоит примерно из 50% кислорода, 25% кремния и 10% алюминия.

Таким образом, алюминий по распространению занимает на Земле третье место среди химических элементов и первое место среди металлов.

Около 100 лет назад Н.Г. Чернышевский сказал об алюминии, что этому металлу суждено великое будущее, что алюминий – металл социализма. Он оказался пророческим: в XX в. элемент № 13 алюминий стал основой многих конструкционных материалов.

Алюминий – чудо-металл обеспечивает нас самолетами и электропроводкой, дешевой кухонной утварью и бытовой техникой.

Поэтому мне стало так интересно узнать, все ли так безоблачно или есть и обратная сторона медали.

Цель работы: познакомиться с металлом XX в. и «развеять» мифы о вредности этого металла.

Задачи:

1. Узнать, что это за металл и где применяют алюминий.
2. «Развеять» или доказать мифы об алюминиевой посуде.
3. Провести химические реакции, подтверждающие высокую химическую активность алюминия.

Физические и химические свойства алюминия обусловили его широкое применение в технике. Крупным потребителем алюминия является авиационная промышленность: самолет на 2/3 состоит из алюминия и его сплавов. Самолет из стали оказался бы слишком тяжелым и смог бы нести гораздо меньше пассажиров. Поэтому алюминий называют крылатым металлом. Из алюминия изготавливают кабели и провода: при одинаковой электрической проводимости их масса в 2 раза меньше, чем соответствующих изделий из меди.

Учитывая коррозионную устойчивость алюминия, из него изготавливают детали аппаратов и тару для азотной кислоты. Порошок алюминия является основой при изготовлении серебристой краски для защиты железных изделий от коррозии, а также для отражения тепловых лучей такой краской покрывают нефтехранилища, костюмы пожарных.

Оксид алюминия используется для получения алюминия, а также как огнеупорный материал.

Гидроксид алюминия – основной компонент всем известных лекарств – маалокса, альмагеля, которые понижают кислотность желудочного сока.

Соли алюминия сильно гидролизуются. Данное свойство применяют в процессе очистки воды. В очищаемую воду вводят сульфат алюминия и небольшое количество гашеной извести для нейтрализации образующейся кислоты. В результате выделяется объемный осадок гидроксида алюминия, который, оседая, уносит с собой взвешенные частицы мути и бактерии.

Таким образом, поставленная цель достигнута и задачи выполнены.

- я узнал, что это за металл алюминий и области его применения;
- попытался развеять мифы об алюминиевой посуде;
- осуществил некоторые химические реакции, подтверждающие высокую химическую активность алюминия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Скальный А.В.* Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Изд. дом «ОНИКС 21 век». – 2004.
2. *Вредная посуда.* Эмалированная, нержавейка, алюминиевая // Сайт «Страна мам».
3. *Интернет-сайт* «Центр здорового питания. Знай что есть!». – <http://eat-info.ru/references/microelements/alyuminiy/>
4. *Промышленность России.* – <http://zavodfoto.livejournal.com/638887.html>
5. *Новые санитарные нормы в детских садах* // Российская газета. – 2010, 8 сент.

САРИВАРА

В.Е. Шаврак, ученица 10-го класса МАОУ гимназии 55;

Т.Н. Мосунова, Е.С. Субботина, ученицы 10-го класса

Руководитель А.А. Хомякова, учитель информатики и робототехники

Томск, ОГБОУ «Томский физико-технический лицей»,

subbotinatfil@gmail.com

Цель работы: создание модели генератора экологически чистой энергии с помощью конструктора LEGO Mindstorms.

Задачи:

1. Создание идеи получения чистой энергии.
2. Теоретическое обоснование и научная трактовка идеи.
3. Разработка модели.
4. Сборка.
5. Программирование полученной модели.
6. Создание описательных материалов и представление проекта.

Результаты работы:

1. Конструирование модели двигателя для выработки чистой энергии.
2. Получение навыков конструирования и программирования, закрепление знаний некоторых тем физики, работа в команде.

Полученную в ходе работы модель можно улучшать и использовать для реализации на практике. Можно использовать её как бизнес-идею или научную разработку.

Экологические чистые источники энергии – это источники, которые не наносят вред окружающей среде. Последние десятилетия характеризуются поиском и использованием альтернативных (нетрадиционных) источников энергии. Источники энергии – «встречающиеся в природе вещества и процессы, которые позволяют человеку получить необходимую для существования энергию». Например, Бразилия активно использует сахарный тростник, и в дальнейшем планируется

80% транспорта перевести на этанол, который из тростника и добывается [3].

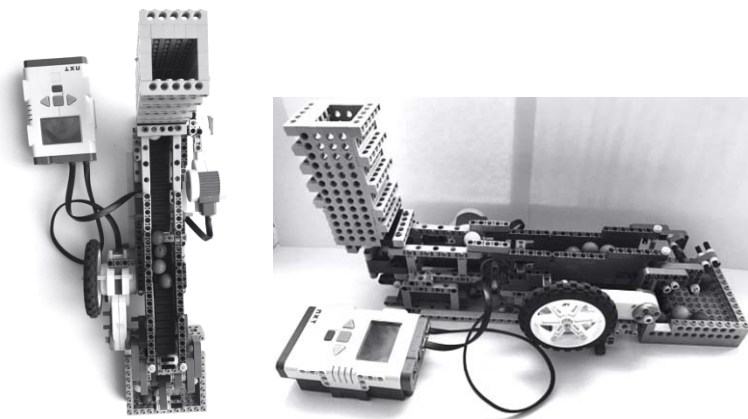


Рис. 1. Электростанция «Caribaga»

Электростанция «Caribaga» с помощью электромагнитной индукции может преобразовывать механическую энергию в электрическую и наоборот (рис. 1). На конкретной модели представлено устройство, трансформирующее энергию, вырабатываемую спортивным тренажером, в электроэнергию, а затем обратно в механическую энергию движения грузов. Такие устройства можно было бы с большой выгодой разместить в тренажерных залах.

Авторы лично для себя получили и развили навыки конструирования, программирования и командной работы, что будет полезно для их дальнейшей работы.

Участие в конкурсах увеличивает перспективы каждого из авторов проекта и увеличивает престиж учебного заведения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Научно-технический энциклопедический словарь*: – <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ntes/1854/ИСТОЧНИКИ>
2. *Основы электротехники*: – http://servomotors.ru/documentation/electrical_engineering/2/index.html
3. *Экологически чистые источники энергии*: – <http://www.microarticles.ru/article/chistie-istochniki.html>

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ УНИВЕРСАЛЬНОГО МАНИПУЛЯТОРА УПРАВЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ

Г.А. Долгов, А.А. Боровичев

*Научный руководитель А.А. Ермушина, учитель информатики
Прокопьевск, МБОУ «Средняя общеобразовательная школа
с углубленным изучением отдельных предметов № 32»,
mouschool_32@mail.ru*

Идея внедрения микроконтроллеров глубока и важна для человечества, она не появилась в одночасье, а долго копилась в умах людей. В наше время микроконтроллеры используются во всех сферах жизнедеятельности человека, устройствах, которые окружают его, благодаря большим функциональным возможностям. С помощью программирования микроконтроллера можно решить многие практические задачи аппаратной техники. Применение микроконтроллеров в технике – актуальная тема, так как они существенно ускоряют работу поставленной им задачи. Отсюда и важность их изучения и применения в устройствах.

На основе микроконтроллеров были созданы системы и датчики – микроэлектромеханические системы (МЭМС), позволяющие взаимодействовать с окружающим миром и получать новые данные. На сегодняшний день существует много различных манипуляторов, работающих на основе микроконтроллеров: мышь, клавиатура, джойстик, трекбол, тачпад и др. И на основе этих устройств мы решили создать модель универсального манипулятора управления различными системами (рис. 1).

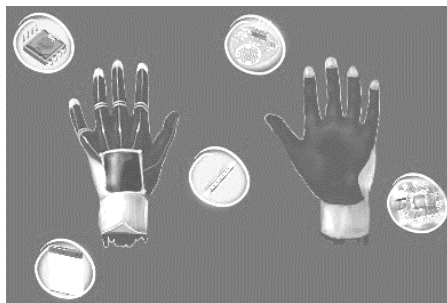


Рис. 1. Концепт устройства

Цель работы: создание на основе микроконтроллеров и микроэлектромеханических систем устройства управления для использования его в быту, промышленности, медицине и других сферах деятельности человека.

Задачи:

1. Изучить устройство микроконтроллеров и МЭМС.
2. Применить полученные знания на практике.
3. Разработать устройство универсального управления, отличающегося простотой, наглядностью и низкой себестоимостью.

Для работы модели была написана система на языке C++ с использованием библиотек. Архитектура системы выглядит следующим образом:

1. Инициализация устройства.
 - 1.1. Инициализация датчиков, портов и интерфейсов микроконтроллера.
 - 1.2. Измерение показаний системы.
 - 1.3. Калибровка системы и датчиков.
2. Непрерывное выполнение основного раздела системы.
 - 2.1. Раздел интерфейса.
 - 2.1.1. Формирование раздела меню.
 - 2.1.2. Обработка команд взаимодействий с системой.
 - 2.1.3. Формирование графики меню.
 - 2.1.3.1. Формирование текста.
 - 2.1.3.2. Формирование изображений.
 - 2.2. Раздел чтения данных датчиков.
 - 2.2.1. Чтение данных с МЭМС.
 - 2.2.2. Чтение данных с датчиков изгиба.
 - 2.3. Раздел обработки и фильтрации данных.
 - 2.4. Раздел коммуникации с управляющим устройством.
 - 2.4.1. Раздел формирования пакета данных и его отправка.
 - 2.4.2. Раздел обратной связи.

В результате была получена модель устройства (рис. 2), представляющая собой перчатку, которая позволяет управлять операционной системой: вводить текст, перемещать курсор, жестами управлять свойствами системы и имитировать функции Кеумар (сочетания клавиш).

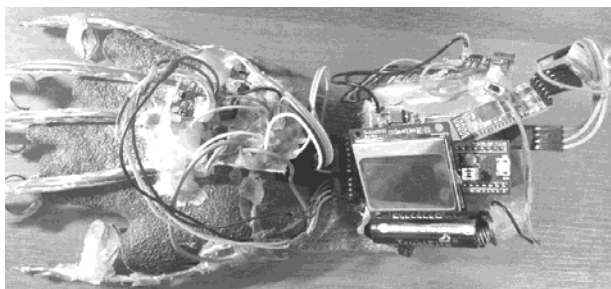


Рис. 2. Модель устройства

ЛИТЕРАТУРА

1. *Самоучитель C++* / пер. с англ. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 688 с.
2. <http://www.c-cpp.ru/books/obzor-yazyka-s>
3. <http://cppstudio.com/>
4. <https://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage>
5. <http://easyelectronics.ru/rabota-v-eagle-cad-chast-1>

СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ УЧЕБНОГО РОБОТА

Н.Ю. Семенов, ученик 10-го класса; Д.Ю. Семенов, ученик 8-го класса

Научный руководитель Я.Е. Мецерыков, ассистент каф. ИиАПС КузГТУ,

аспирант каф. АСУ ТУСУРа

Кемерово, МАОУ «СОШ № 35»; Томск, ТУСУР, M.YarosLove@yandex.ru

Применение современных роботизированных аппаратов и комплексов для обучения студентов значительно повышает качество образования. В настоящее время наряду с современным учебным оборудованием часто используется и устаревшее, изготовленное еще в 80–90-х годах (рис. 1).

Так, например, в КузГТУ на кафедре ИиАПС для обучения студентов применяется робот, система управления которого сильно устарела. Она представлена на рис. 2.



Рис. 1. Объект модернизации



Рис. 2. Система управления роботом, подлежащая модернизации

Для обеспечения учебного процесса появилась потребность усовершенствовать учебную базу. В современных условиях в продаже доступна широкая номенклатура радиоэлементов, при использовании которых задача усовершенствования конструкций данного устройства не представляет большой сложности [1].

Создание современной системы управления учебным роботом – прекрасная учебная задача для школьников.

Поэтому цель данной работы – создание современной системы управления учебным роботом школьниками.

Последовательность действий состоит из следующих моментов:

1. Выявление устройств, требующих модернизации.
2. Разработка и отладка программ управления учебным роботом.
3. Модернизация захватного устройства учебного робота.
4. Внедрение модернизированного робота в учебный процесс.

В процессе выполнения работы было выявлено, что основными узлами, требующими модернизации или замены, являются:

- система управления моторами;
- оптические датчики (энкодеры);
- герконовое реле;
- система управления роботом.

Система управления моторами. В качестве устройства управления двигателями, основное назначение которого – преобразовывать управляющий сигнал малой мощности в токи, достаточные для управления моторами, используется драйвер двигателя на микросхеме TB6612FNG.

Оптический датчик (энкодер). Используемый в учебном роботе энкодер – устройство, с помощью которого определяют угол поворота вращающихся элементов путём преобразования в электрический сигнал, полностью неработоспособен в связи с выходом из строя оптической линзы. На рис. 3 и 4 представлены схема и печатная плата нового энкодера.

Таким образом, разработка и внедрение системы управления учебным роботом позволит:

- 1) расширить функциональные возможности робота;
- 2) отрабатывать сложные алгоритмы управления;
- 3) осуществить компьютерное управление;
- 4) повысить качество образования.

Герконовое реле. Герконовое реле, предназначенное для контроля положения робота, подлежит замене на современный датчик Холла, позволяющий фиксировать магнитное поле и его напряженность.

В датчиках Холла отсутствуют механические части, поэтому обладают высокой надежностью и долговечностью, отсутствует дребезг и окисление контактов.

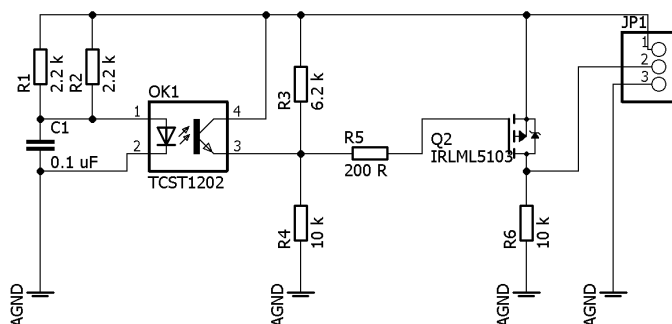


Рис. 2. Принципиальная схема оптического энкодера

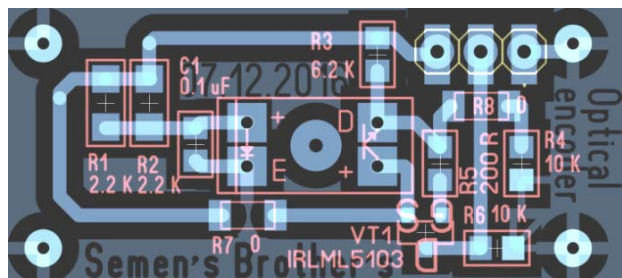


Рис. 3. Печатная плата энкодера

Система управления роботом. В качестве прототипа системы управления роботом используется платформа NI myRIO, которая сочетает в себе двухъядерный процессор и интегральную схему с программируемыми логическими ячейками (ПЛИС). В myRIO доступно большое количество разнообразных периферийных устройств и портов ввода-вывода, через которые осуществляется управление электроникой робота. Программирование ячейки myRio ведется в среде графического программирования NI LabVIEW 2015.

ЛИТЕРАТУРА

1. Платт Ч. Электроника для начинающих. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 480 с.
2. Доуринг Э. Базовое руководство по проектам NI myRIO / National Technology and Science Press, 2013. – 243 с. – Режим доступа: http://training-labview.ru/templates/standard/opencore/scormMyRIO/myRIO_project_essentials_guide.pdf

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

Н.Ю. Семенов, ученик 10-го класса, Д.Ю. Семенов, ученик 8-го класса

*Научный руководитель Я.Е. Мецзяков, ассистент каф. ИиАПС КузГТУ,
аспирант каф. АСУ ТУСУРа*

Кемерово, МАOU «СОШ № 35»; Томск, ТУСУР, M.YarosLove@yandex.ru

Машинное зрение – это использование технических возможностей робототехнических устройств для визуального анализа входной информации. Машинное зрение можно использовать для измерения, идентификации, инспекции и определения местоположения объекта. Машинное зрение успешно используется для проверки качества изделия на конвейере, для оценки качества печатных плат, в мобильной робототехнике.

Считывание информации об окружающих объектах, позволяющее определить положение мобильного робота относительно рабочего поля на рис. 1, осуществляется либо с помощью оптических датчиков, либо с помощью камер [1].

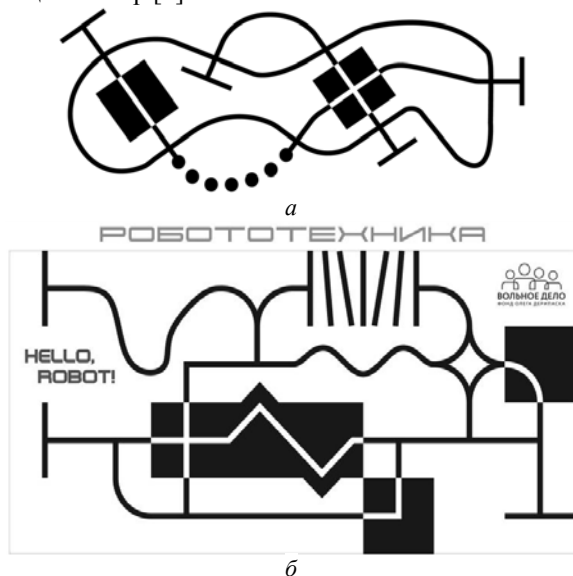


Рис. 1. Рабочее поле

Различают камеры линейного сканирования и камеры сканирования области [2]. Отличие названных классов камер друг от друга состоит в принципе считывания информации: камеры линейного скани-

рования с помощью линейного сенсора, состоящего из полосы светочувствительных резисторов, считывают данные изображения построчно. Это означает, что изображение захватывается камерой не как единое целое, а строка за строкой. Камеры сканирования области, имеющие более простое устройство, считывают информацию об окружающих объектах целиком.

Процесс движения мобильного робота по прямой и идентификации препятствий можно упрощенно представить в виде алгоритма, блок-схема которого приведена на рис. 2.

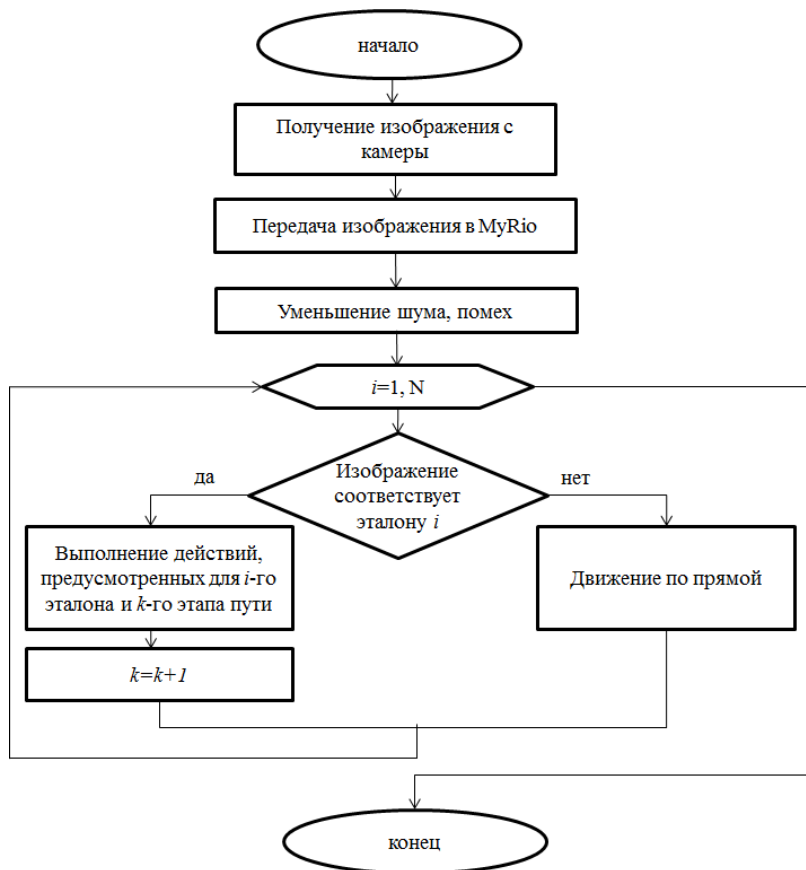


Рис. 2. Блок-схема алгоритма

В качестве системы управления роботом эффективно использовать платформу NI myRIO, которая сочетает в себе двухъядерный про-

цессор и интегральную схему с программируемыми логическими ячейками. Отличительной особенностью MyRIO является возможность программирования ПЛИС как в графической среде программирования NI LabVIEW, так и на языке C/C++ [3]. Для управления камерой используется модуль LabVIEW MyVision. Он позволяет определять цвета объектов, анализировать контуры объектов, выполнять геометрическое сопоставление образов, геометрическое отслеживание объектов по форме или цвету под различными углами, распознавание текстур, подсчитывать и классифицировать объекты, определять габариты объекта, распознавать символы. В стереоскопическом режиме возможно определить расстояние до объекта [4].

Таким образом, машинное зрение является перспективной современной технологией, так как позволяет значительно упростить получение и анализ визуальной информации. Полученная информация оперативно используется мобильным роботом для принятия решений и выработки управляющих действий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Платт Ч.* Электроника для начинающих. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 480 с.
2. *Дятлов Е.И.* Машинное зрение (аналитический обзор). – Киев: ИПММС НАН Украины // ММС. – 2013. – №2. – С. 32–40.
3. *Доуринг Э.* Базовое руководство по проектам NI myRIO / National Technology and Science Press, 2013. – 243 с. – Режим доступа: http://training-labview.ru/templates/standard/opencore/scormMyRIO/myRIO_project_essentials_guide.pdf
4. *Доуринг Э.* NI myRIO. Основы машинного зрения / Rose-Hulman Institute of Technology, 2015. – 122 с. – Режим доступа: http://training-labview.ru/templates/standard/opencore/MyRIO_VISION/
5. *Гоулд Р.* Теория и применение цифровой обработки сигналов / Р. Гоулд, Л. Рабинер, Б. Голд; пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 848 с.
6. *Тревис Д.* LabVIEW для всех / пер. с англ. Н.А. Клушин. – М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. – 544 с.
7. *Суранов А.Я.* LabVIEW 7: справочник по функциям. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 512 с.

РОБОТ-АНИМАТРОНИК

Е.О. Бородатов, ученик 5-го класса

Научный руководитель С.В. Косаченко

Томск, ОГБОУ «Томский физико-технический лицей».

С развитием технического прогресса в нашу жизнь повсеместно вошли роботы. И если раньше о них можно было прочитать только на

страницах фантастических книг и журналов, то теперь роботы не новость и встречаются в самых различных сферах жизни, таких как медицина, космос, системы безопасности, сфера услуг и кино.

Достижения современной робототехники и аниматроники позволяют создавать движущихся роботов, имитирующих движения и эмоции живых существ. Эти роботы шире всего применяются в кинематографе, там, где необходимо создать сложный макет, покадровая съёмка которого невозможна

В данной работе я собираюсь изучить тему аниматроники и создать собственного робота, имитирующего эмоции человека.

Цель работы. Создать своими руками робота, имитирующего эмоции человека.

Задачи работы

1. Изучить теоретический материал по аниматронике.
2. Изучить основные эмоции человека.
3. Расширить знания в области робототехники и микроэлектроники.
4. Собрать макет робота и запрограммировать его на имитацию человеческих эмоций.

Аниматроники – это роботизированные устройства. Они состоят из скелета и сервоприводов. Подробно воссоздается внешняя оболочка – кожа и волосы. При оформлении внешнего вида используется специальная краска, способная немного растягиваться при деформациях кожи во время движения. Роль внутренностей выполняют источники питания и различные механизмы, с помощью которых аниматроник управляется. Мимика, жесты, поведение – всё должно в точности соответствовать задуманному персонажу. Это достигается путем использования огромного количества электроники, а также умений профессионалов-аниматоров и художников.

Этапы работы

1. При создании своего робота я использовал различные материалы – картон, пластик, деревянные рейки. Из них я создал «скелет» ро-

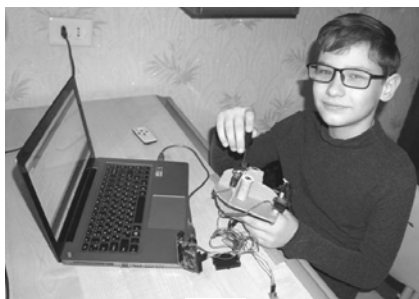


Рис. 1

бота и на нем закрепил 5 сервоприводов, которые приводят в движение брови, рот и уголки губ (рис. 1).

2. На языке Arduino.cc я написал программу по управлению роботом, которое осуществляется при помощи контроллера Arduino UNO. Нажатие кнопок на ИК-пульте дис-

танционного управления приводит в движение сервоприводы, и эмоции на лице робота изменяются.

Итоги работы. В результате работы у меня получился робот, имитирующий 7 человеческих эмоций: радость, грусть, удивление, злость, спокойствие, ухмылку и злорадство. Чтобы проанализировать результат своей работы, я провел небольшое исследование среди своих родных и знакомых, предлагая им определять эмоции, которые показывает робот.

Из полученных ответов простейшие эмоции – радость, грусть, злость и удивление (рис. 2) – определялись практически безошибочно. А вот сложные эмоции – ухмылка, злорадство, спокойствие – порой вызывали затруднение.

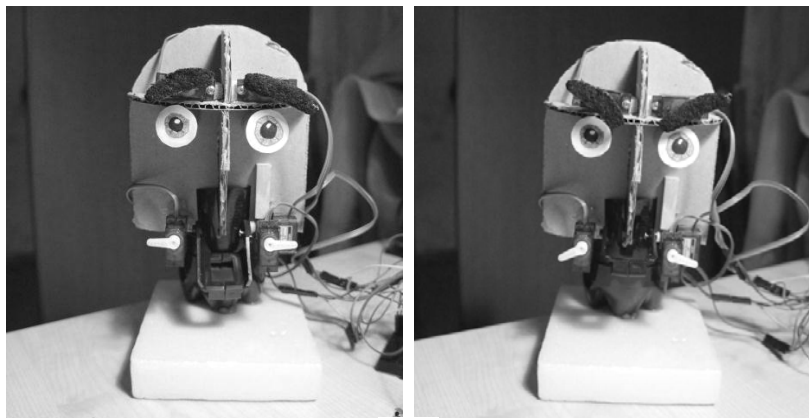


Рис. 2

Таким образом, можно сделать вывод, что основная цель достигнута. Мне удалось создать робота, имитирующего основные простейшие эмоции человека. Однако человеческие эмоции очень разнообразны, и наше лицо уникально тем, что способно выражать при помощи мимики невероятную гамму чувств.

Исследование человеческих эмоций и воссоздание их при помощи робота-аниматроника – очень увлекательный процесс. И я собираюсь дальше совершенствовать своего робота и обучать его новым эмоциям.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/490822>

ВОЗДУШНЫЙ ШАР-МОНГОЛЬФЬЕР

И.А. Волошин, И.С. Цыганков, ученики 7-го класса

*Научный руководитель А.В. Мерзляков, доцент физико-технического
факультета НИ ТГУ*

Томск, Томский физико-технический лицей, tftl@inbox.ru

Целью данной работы является проектирование и постройка воздушного шара на горячем воздухе – монгольфера. Работа была выполнена в рамках изучения темы «Воздухоплавание» курса физики 7-го класса.

Как известно, на все объекты на Земле действует выталкивающая сила Архимеда со стороны атмосферного воздуха. Если сила тяжести, действующая на объект, окажется меньше выталкивающей – объект будет подниматься вверх. Наиболее простым объектом является емкость, заполненная газом меньшей плотности, чем окружающий воздух. Согласно известным формулам из [1], на него будет действовать подъемная сила, равная разности силы Архимеда и веса газа:

$$F = gV \cdot (\rho_{\text{возд}} - \rho_{\text{газа}}),$$

где $g = 9,8$ – ускорение свободного падения; V – объем емкости в кубических метрах; $\rho_{\text{возд}}$ – плотность окружающего воздуха; $\rho_{\text{газа}}$ – плотность газа внутри емкости.

Наиболее простым способом создать подъемную силу является заполнение емкости горячим воздухом, плотность которого меньше плотности окружающего воздуха. При определенных значениях температуры разность плотностей воздуха может оказаться такой, что подъемная сила станет достаточной, чтобы поднять саму емкость, а также какой-то груз. Впервые подобную конструкцию испытали в 1783 г. братья Монгольфье, отсюда ее название – монгольфер.

В рамках выполнения данной работы был сделан воздушный шар, который поднимался вверх за счет теплого воздуха. Для его изготовления были взяты два мешка для мусора объемом по 60 л, сделанные из тонкой пленки. Эти мешки были специальным образом соединены, в результате чего образовалась емкость 120 л. Для обеспечения жесткости нижнего края полученной емкости из трубок для напитков был сделан легкий квадратный каркас, к которому был прикреплен нижний край емкости. К каркасу же с помощью тонкой проволоки был прикреплен стакан от свечи-таблетки, где содержалось топливо, дающее теплый воздух. Топливо представляло собой спичку, обмотанную бинтом. Вся конструкция пропитывалась парафином, полученным из той же свечи-таблетки. Как выяснилось в ходе испытаний, конструкция горела около 5 минут, причем при этом выделялось большое количество

горячего воздуха. Собранный воздушный шар был неоднократно испытан, все попытки закончились успешно: шар после примерно полутора минут горения топлива поднимался до потолка коридора лица, где и висел до конца интенсивного горения топлива.

В процессе испытаний были проведены исследования свойств воздушного шара с помощью имеющегося в нашем лицее цифрового лабораторного оборудования фирмы PASCO. Была измерена температура внутри шара (она составила 65 °С) и снаружи шара (она составила 25 °С), было измерено также атмосферное давление (составило 100 кПа). После этого с помощью программы [2] была определена плотность воздуха внутри и снаружи шара и определена масса, которую он может поднять, по приведенной формуле. Плотность окружающего воздуха составила 1,168 кг/м³, плотность горячего воздуха – 1,029 кг/м³. Расчет по формуле показал, что шар может поднять $0,120 \cdot (1,168 - 1,029) = 0,017$ кг = 17 г. Взвешивание шара с оснасткой показало, что его масса – 15 г, что позволило ему подняться, но не поднять груз. Это же подтвердилось попыткой измерить цифровым датчиком силы подъемную силу шара. Датчик не показал ничего, т.к. его возможности ограничены 0,1 Н.

Таким образом, проведенная работа показала правильность формул учебника физики и дала возможность накопить определенный опыт в деле воздухоплавания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Перышкин А.В.* Физика, 7 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений. – М.: Дрофа, 2013. – 221 с.
2. *Расчет свойств воздуха:* – http://www.k204.ru/exams/test/air_prop3.htm

САМОДЕЛЬНЫЕ БАТАРЕЙКИ

К.В. Черневич, ученик 8-го класса

*Научный руководитель А. В. Мерзляков, доцент
физико-технического факультета ТГУ*

Томск, Томский физико-технический лицей, tfll@inbox.ru

Целью данной работы является изготовление и исследование химических источников тока двух видов. Работа была выполнена в рамках изучения темы «Источники тока» курса физики 8-го класса.

Как известно из [1], электрический ток – направленное движение электрических зарядов. Чтобы его вызвать, в любой электрической цепи должен содержаться источник тока – устройство, создающее электрическое поле, заставляющее двигаться заряды.

Электрическое поле создается источником за счет разделения зарядов внутри него между полюсами. Один полюс содержит положительные заряды (положительный полюс), другой – отрицательные (отрицательный полюс). Разделение зарядов внутри источника происходит за счет различных процессов. Один из самых распространенных – химическая реакция. Такие источники тока называют химическими. Самым популярным химическим источником тока является батарейка..

В процессе выполнения данной работы были испытаны простейшие батарейки двух видов: на базе лимона и на базе соляного раствора. Батарейка из лимона является наиболее старой: именно лимонный сок использовал А. Вольта для создания своей батареи [2].

В нашей работе батарейка была сделана следующим образом: в разрез на лимоне вставили медную монету, а недалеко от нее в лимон воткнули гвоздь. Вскоре после этого между гвоздем и монетой появилось напряжение около 1,7 В. Этого хватило, чтобы зажечь светодиодную лампочку. Благодаря имеющемуся в нашем лицее цифровому оборудованию удалось провести исследование долговечности батарейки. Через 2 ч напряжение на ней упало до 0,1 В.

Вторая батарейка представляла собой столбик из медных монет и квадратиков из пищевой фольги, разделенных пропитанными раствором соли квадратиками из бумажного полотенца. Исследование показало, что столбик из 10 монет вполне способен зажечь светодиодную лампу на 1,5 В. Кроме того, данная конструкция оказалась гораздо более долговечной, чем лимонная батарейка.

Таким образом, проведенная работа показала возможность быстро сделать небольшой источник тока из подручных материалов и дала возможность накопить определенный опыт в электротехнике.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Перышкин А.В.* Физика, 8 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений. – М.: Дрофа, 2013. – 237 с.
2. *Батарейка из лимона.* – <http://limonniy.ru/batarejkaizlimona/>

МОСТ ДА ВИНЧИ

А.В. Шамов, М.А. Бадурев, ученики 10-го класса

Научный руководитель А.В. Мерзляков, доцент физико-технического факультета ТГУ

Томск, Томский физико-технический лицей, tfl@inbox.ru

Целью данной работы является постройка моста специальной конструкции – моста да Винчи. Работа была выполнена в рамках изучения темы «Статика» курса физики 10-го класса.

Для своей эпохи Леонардо да Винчи был великим всем: художником, скульптором, архитектором, механиком, инженером, даже кули-
наром. Многие из его гениальных задумок, однако, не были реализо-
ваны и остались только в чертежах и авторских записках; а относитель-
но некоторых изобретений ходят лишь легенды с разной долей правдо-
подобия.

Один из таких проектов, оставшихся в его чертежах, – мост не-
обычной конструкции. Леонардо да Винчи планировал его построить
через бухту Золотой Рог в Стамбуле – это был заказ турецкого султана
Баязета II. Однако по некоторым причинам (до конца не выясненным)
османский правитель отказался от проекта. Об этом замысле великого
мастера долгое время не было ничего, кроме легенд, однако впослед-
ствии исследователи обнаружили маленький рисунок конструкции [1].

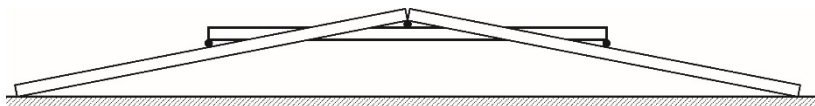


Рис. 1

В рамках выполнения этой работы был изготовлен мост согласно
схеме, приведенной на рис. 1. Он был сделан из деревянных реек дли-
ной 70 см, поперечины были длиной 20 см. Для надежности поперечи-
ны врезались в длинные продольные рейки, в результате чего их мож-
но считать бесконечно тонкими. Приведен рисунок моста из трех про-
долин, реальная модель содержала пять продолин.

Решение соответствующей геометрической задачи показало, что
поперечины находятся на окружности, радиус которой определяется
следующей формулой:

$$R = \frac{4d^2 + l^2}{8d},$$

где l – длина продолины, d – ее толщина. Из той же задачи вытекает
метод, позволяющий определить угол наклона к горизонту крайних
продолин моста. В частности, для моста, содержащего три продолины,
этот угол составляет

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{l}{2R}\right).$$

Для длины продолины 70 см и толщины 3 см $\varphi = 10^\circ$. Это было
подтверждено непосредственным измерением.

В процессе выполнения работы также было проведено решение
статической задачи по методике из [2] на равновесие моста с целью

определения его предельной грузоподъемности. Решение для простейшего случая моста из трех продоллин, удерживаемых вместе силой трения в поперечинах, привело к формуле, позволяющей определить вертикальные усилия на краях горизонтальной продоллины при условии нагрузки в центре моста P :

$$F = \frac{kPl}{kl + 2d - (l - 2kd) \cdot \operatorname{tg}(\varphi)},$$

где $k = \frac{1 - \mu \cdot \operatorname{tg}(\varphi)}{\mu + \operatorname{tg}(\varphi)}$, μ – коэффициент трения (для дерева $\mu = 0,5$).

Наибольший изгибающий момент в продоллине будет равен $F \cdot l/2$. При выполнении работы опытным путем был определен наибольший изгибающий момент в рейке, из которой были сделаны продоллины. Он составил 2640 Н·см. Путем приравнивания этого числа формуле для наибольшего изгибающего момента, подстановки размеров ($l = 70$ см, $d = 3$ см) и решении полученного уравнения можно получить грузоподъемность P , приходящуюся на одну продоллину: $P = 71,5$ Н. На две параллельные продоллины предельная нагрузка составит 143 Н – 14 кг. В случае увеличения длины моста нагрузка будет перераспределяться, что увеличит его грузоподъемность.

Такая высокая грузоподъемность данной конструкции была подтверждена испытанием на разрушение модели моста, сделанной из гораздо менее качественного материала, чем рабочая. Опыт показал, что разрушение наступило при нагрузке 5 кг, что оказалось значительно больше ожидаемой.

Таким образом, проведенная работа показала надежность и прочность моста конструкции да Винчи и позволила накопить опыт изготовления моделей и решения статических задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Проекты* из прошлого. Мосты Леонардо да Винчи. – <https://engineer-history.ru/blog/2015/12/25/mosty-da-vinchi/>
2. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. – Ч. 1. – М., 1965. – 468 с.

ЧЕТЫРЕХМЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО

А.М. Браун, ученик 7-го класса

Научный руководитель Р.В. Браун

Томск, МАОУ «Академический лицей», uprshar@mail.ru

На уроке геометрии в школе мы изучили точку, прямую, квадрат, куб. «А что же дальше?» – подумал я. Так родилась тема четырехмерного пространства.

Впервые возможность существования N -мерного пространства обосновал Бернхард Риман в 1853 г. Этот вопрос интересовал многих крупных ученых. Физик и философ Эрнст Мах неоднократно высказывал предположение, что число измерений пространства не обязательно равно трём. Тема дополнительных измерений пространства и близкая к ней тема параллельных миров давно стали популярными в литературе и изобразительном искусстве.

Целью настоящей работы является построение модели четырёхмерного пространства в виде совокупности его характеристик с использованием метода неполной индукции.

Предмет исследования: четырёхмерное пространство.

Объект исследования: характеристики четырёхмерного пространства.

Я выдвинул гипотезу, что с помощью метода неполной индукции можно построить модель четырёхмерного пространства и определить его характеристики.

Для достижения поставленной цели были сформулированы задачи:

1. Выбрать и изучить метод исследования.
2. Изучить понятия координатных систем и их измерений.
3. Выявить характеристики двумерных и трёхмерных пространств.
4. С использованием выбранного метода исследования определить характеристики четырёхмерного пространства.

В качестве метода исследования был выбран метод неполной индукции, а именно метод доказательства, при котором утверждение основывается на наблюдении за частными случаями.

В ходе работы даны определения и выявлены характеристики нульмерного, одномерного, двумерного и трехмерного пространства.

Основываясь на выявленных закономерностях и применяя метод индукции, сформулированы следующие характеристики для четырёхмерного пространства:

1. Каждая точка в четырехмерном пространстве будет иметь 4 координаты. Вывод сформулирован на основании следующего наблюдения: точка в одномерном пространстве имеет одну координату, в двумерном – две, в трехмерном – три.

2. Зрение четырехмерного человека будет трехмерным, и он сможет видеть все в нашем мире. Вывод основан на наблюдении за способностью видеть трехмерного человека. По результатам проведенных экспериментов установлено, что зрение трехмерного человека двумерно, т.к. в двумерном пространстве он может видеть все (например, на альбомном листе ничего не может спрятаться от его зрения), а в трехмерном пространстве зрение человека не может охватить многое (на-

пример, ключи могут с легкостью спрятаться под журналом, мы никогда не увидим монитор развернутого компьютера и т.д.).

3. Представлено несколько проекций четырехмерного куба на двумерном листе. Предложен метод построения четырехмерного куба по аналогии с построением трехмерного.

4. Изменение значения четвертой пространственной координаты для объекта трёхмерного пространства выглядит для нас как деформация пространства. Данный вывод сформулирован на основании моделирования ситуации для двумерного и трехмерного человечка с помощью компьютерной симуляции.

Следует отметить, что поскольку для исследования использовался метод неполной индукции, то полученные результаты носят вероятностный характер и могут требовать дополнительных доказательств.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Атанасян Л.С., Бутузов В.Ф., Кадомцев С.Б., Позняк Э.Г., Юдина И.И.* Геометрия. 7–8–9-е классы. – М.: Просвещение, 2014.

2. *Википедия.* Индуктивное умозаключение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Индуктивное_умозаключение (дата обращения: 16.01.2017).

3. *Википедия.* Размерность (значения) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Размерность_пространства (дата обращения: 15.01.2017).

4. *Википедия.* Четырехмерное пространство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Четырехмерное_пространство (дата обращения: 17.01.2017).

ЭЛЕКТРОННОЕ ПОСОБИЕ «КРИПТОГРАФИЯ»

И.О. Былыба, В.Э. Мелентьев

*Научный руководитель О.Г. Ермишина, учитель информатики
Юрга, МБОУ «Лицей города Юрги», yargalicei9@mail.ru*

Несмотря на развитие общества, а вместе с ним и технологий, одной из главных позиций как в жизни отдельного человека, так и целых государств остаётся защита частной собственности, в том числе информации. Для обеспечения информационной безопасности существует криптография – наука, основными целями которой являются защита, передача и сохранение целостности данных.

Таким образом, актуальность темы данной работы обусловлена тем, что во все времена конфиденциальность передаваемой информации будет занимать одну из важнейших позиций в общественной жизни. Проблема: необходимость систематизации и наглядного представ-

ления теоретического и справочного материала сборника задач и упражнений по криптографии.

Цель: классификация теоретического и справочного материала, а также большого количества задач по криптографии, наглядное представление в электронном виде средствами конструкторов сайтов.

Задачи:

1. Провести работу по поиску материала по данной теме.
2. Проанализировать литературу, в которой представлен теоретический материал, задачи и упражнения по криптографии.
3. Результат проделанной работы наглядно представить средствами конструкторов сайтов в виде электронного пособия.

Пособие «Электронный учебник по криптографии» создано с помощью конструктора сайтов WIX.RU в виде многоярусного иерархически взаимосвязанного web-документа.

Данное электронное пособие состоит из четырёх разделов: главная страница, описания видов шифров, комментарии к решению задач, а также непосредственно сам сборник задач.

На главной странице представлена аннотация данного электронного пособия, в которой кроме назначения данного электронного продукта указано теоретическое и практическое содержание.

Второй и третий разделы представляют собой теоретический материал, в котором содержатся справочные материалы необходимые для обучения. Для правильного выполнения упражнений необходимо усвоить сведения из справочника.

Четвёртый раздел представляет собой сборник задач, подразделенных на три уровня в зависимости от уровня сложности. Мы считаем, что применение уровневых заданий при обучении актуально, поскольку не все учащиеся имеют одинаковый интерес к изучаемому предмету, а также у них разные способности.

В представленной работе была проведена исследовательская работа по поиску материалов по данной теме; проанализирована литература, в которой представлены практические и теоретические задачи, а также теоретический материал; систематизирован накопленный материал.

Результат проделанной работы наглядно представлен средствами конструктора сайтов WIX в виде электронного пособия «Криптография».

В данной работе была сделана попытка сгруппировать задачи по уровню сложности, предоставлена возможность ознакомиться с некоторыми подходами и методами решения задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Введение в криптографию* / Под общ. ред. В.В. Ященко. – 4-е изд., доп. – М.: МЦНМО, 2012. – 288 с.
2. *Зубов А.Ю.* Олимпиады по криптографии и математике для школьников / А.Ю. Зубов, А.В. Зязин, В.Н. Овчинников, С.М. Рамоданов. – М.: МЦНМО, 2006. – 136 с.
3. *Подготовка к олимпиаде.* Архив задач [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.cryptolymp.ru, свободный. – Загл. с экрана.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОГРАННИКОВ В ТЕХНИКЕ POP UP

Д.Е. Бурмасов, И.И. Макеев, Д.И. Пахоруков

Научный руководитель М.А. Уманцев, учитель математики.

Юрга, МБОУ «Лицей города Юрги», yargalicei9@mail.ru

Целью нашей работы является создание сборника компактных моделей различных многогранников, в котором кроме самих моделей будет также их краткое описание и характеристики. Для достижения цели были выполнены следующие задачи:

1. Изучение литературы по теме «Многогранники и их свойства».
2. Изучение моделирования способами киригами и pop-up.
3. Применение изученных способов моделирования для создания сборника моделей.

Главным результатом работы является несколько моделей многогранников, объединённых в одну тетрадь.

1. Техники объемного моделирования из бумаги:

– Киригами – искусство изготовления фигурок и открыток из бумаги с помощью ножниц с разворотом на 90° .

– Рор-уп или книжки-панорамы? обычно раскрываются полностью, на 180° . Наиболее популярная основа механизма рор-уп в этом случае – прикреплённая к страницам разворота V-образная картонная конструкция.

2. Многогранники:

– Призма (лат. *prisma* «нечто отпиленное») – многогранник, две грани которого являются равными многоугольниками, лежащими в параллельных плоскостях, а остальные грани – параллелограммами, имеющими общие стороны с этими многоугольниками (рис. 1).



Рис. 1. Частный случай призмы – куб

– Пирамида – многогранник, основание которого – многоугольник, а остальные грани – треугольники, имеющие общую вершину (рис. 2).

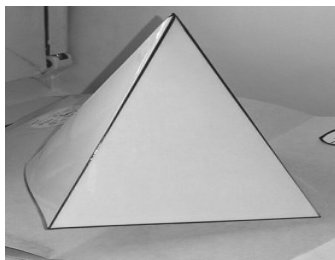


Рис. 2. Пирамида

3. Тела Платона – это выпуклые многогранники, все грани которых правильные многоугольники (рис. 3).

Тела Платона

Название	Число ребер при вершине	Число сторон грани	Число граней	Число ребер	Число вершин
Тетраэдр	3	3	4	6	4
Куб	3	4	6	12	8
Октаэдр	4	3	8	12	6
Додекаэдр	3	5	12	30	20
Икосаэдр	5	3	20	30	12



Рис. 3. Додекаэдр

Закключение. В процессе выполнения исследовательской работы, мы познакомились с различными видами многогранников.

Для выполнения моделей пришлось для каждого многогранника придумывать оригинальные развертки.

Итогом выполнения работы стал сборник, состоящий из 7 моделей, в котором представлены все известные виды многогранников кроме икосаэдра.

В процессе работы мы столкнулись с рядом трудностей:

1. Выбор материала для моделей. Он должен быть, во-первых, твердым, а во-вторых, нешироким, чтобы открытка имела презентабельный вид. В итоге мы остановились на ламинированной бумаге.

2. Грани многогранников должны быть подвижны в месте соединения относительно друг друга, для достижения этой цели в некоторых местах грани соединялись скотчем.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гарднер М.* Математические новеллы / пер. с англ. Ю.А. Данилова. – М., Мир, 1974.
2. *Лантев Б.Л.* Н.И. Лобачевский и его геометрия. – М.: Просвещение, 1976.
3. *Фридман Л.М.* Изучаем математику. – М.: Просвещение, 1995.
4. *Погорелов А.В.* Геометрия: учеб. пособие для 7–11-х классов. – М.: Просвещение, 1992.
5. *Тихонов А.Н., Костомаров Д.П.* Рассказы о прикладной математике. – М.: Вита-Пресс, 1996.
6. *Гильберт Д., Конфоссен С.* Наглядная геометрия. – М.: Наука, 1981.

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ» ИГРУШКИ

В.О. Жуков, ученик 5-го класса

*Научный руководитель Е. Е. Копнова, учитель математики
Томск, ОГБОУ «ТФТЛ», leju.leju@mail.ru*

Есть в школьной математике особые темы, которые ждешь с нетерпением. К таким темам можно отнести темы о различных видах пространств и о «жителях» этих пространств. Я решил показать на практике, что этот раздел математики может быть очень увлекательным для детей, и дети могут его освоить через игру. Я решил самостоятельно сделать «математические» игрушки.

Цель проекта – познакомиться с пространственными геометрическими фигурами и создать композиции из них.

Задачи проекта: рассмотреть различные виды пространств, различные виды пространственных геометрических фигур и их особенности, способы моделирования пространственных фигур; создать различные композиции из пространственных фигур.

Гипотеза проекта: используя математические знания о пространственных фигурах, можно сделать своими руками интересные «математические» игрушки.

В математике под пространством понимают множество некоторых объектов, правила работы с ними и набор аксиом, которым эти прави-

ла должны подчиняться [1]. Одной из важнейших характеристик пространства является его размерность. С точки зрения геометрии размерность фигуры равна числу координат, нужных для определения положения лежащей на этой фигуре точки.

Виды пространств: пространство до одномерного (не имеющее изменения) – это точка; одномерное пространство – в этом мире живут отрезки, лучи, точки; двумерное пространство – в этом мире живут плоские фигуры; трехмерное пространство – в этом мире живут трехмерные фигуры (многогранники).

Представить себе четырёхмерное пространство для нас также довольно непросто, хотя очень легко описать математически. Четырёхмерное пространство – это пространство, в котором положение точки задаётся четырьмя числами. Четырёхмерная фигура получается сдвигом трехмерной фигуры вдоль какого-то направления, не лежащего в нашем трёхмерном пространстве.

В 4 измерениях есть 6 правильных выпуклых четырехмерных многогранников: пентахор, гиперкуб, гипероктаэдр, икоситетрахор, гипердодекаэдр, гекзакосихор (рис. 1) [2].

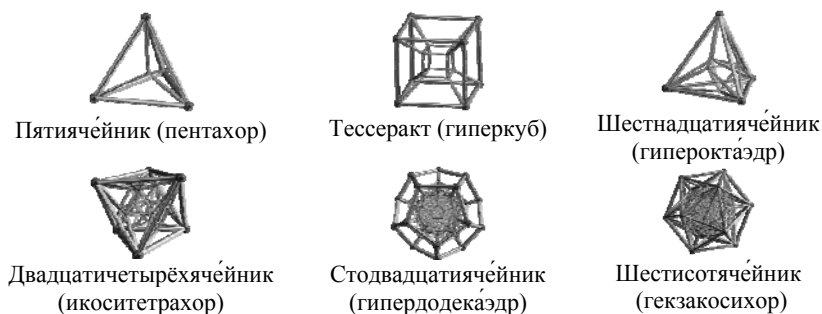


Рис. 1. Проекции правильных выпуклых четырехмерных многогранников в трехмерное пространство

Существует несколько способов моделирования многогранников. Самый распространенный – моделирование из разверток [3]. Если поверхность многогранника разрезать по некоторым ребрам и развернуть ее на плоскость так, чтобы все многоугольники, входящие в эту поверхность, лежали в данной плоскости, то полученная фигура на плоскости называется разверткой многогранника. Также многогранники можно моделировать из конструктора и из ленты [4].

Темой для своих «математических» игрушек я выбрал компьютерные игры «Clash royale» и «Overwatch». Я решил сделать башню «Инферно» и Турель Торбьорна (рис. 2).

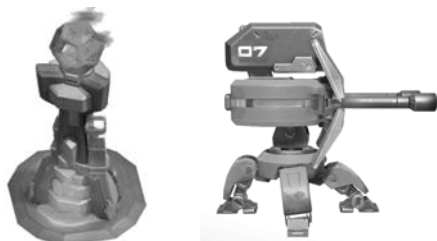


Рис. 2. Башня «Инферно» и Турель Торбьорна

Для башни «Инферно» мне понадобились следующие фигуры – восьмиугольная призма, параллелепипед, цилиндр, многогранник, икосаэдр и элементы декора.

Для Турели Торбьорна – усеченная пирамида, прямоугольный параллелепипед, цилиндр, куб и элементы декора.

Получив из развёрток объёмные геометрические фигуры, я составил из них композицию и склеил с помощью клея и двустороннего скотча (рис. 3).

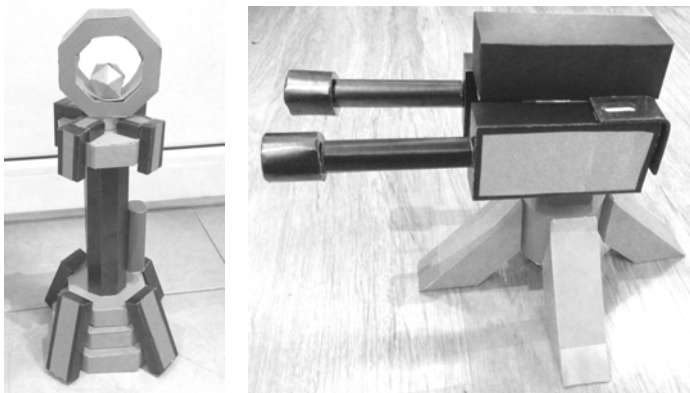


Рис. 3. Композиции из пространственных фигур

Композиции из пространственных фигур получились оригинальными и заинтересовали ребят нашего класса. Это явилось подтверждением того, что раздел математики, изучающий пространственные фигуры, может быть очень увлекательным для детей, и дети могут его освоить через игру.

В результате моделирования различных композиций из пространственных фигур я подтвердил на практике свою гипотезу – используя математические знания о пространственных фигурах, можно сделать своими руками интересные «математические» игрушки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виленкин Н.Я., Шибасов Л.П., Шибасова З.Ф. За страницами учебника математики: Арифметика. Алгебра. Геометрия: кн. для общеобразоват. учреждений. – М.: Просвещение, 1996. – 320 с.
2. <https://ru.wikipedia.org/>
3. <http://mnogogranniki.ru/>
4. Черенков А., Храмов В. Многогранники из ленты // Наука и жизнь. – 1989. – №6.

ТЕТРАПТИХ ЗВЕЗДНОГО НЕБА

А.С. Гюнюч, ученик 5-го класса

Научный руководитель Е.Е. Копнова, учитель математики

Томск, ОГБОУ «ТФТЛ», marser3@yandex.ru

Быть может, уже много тысяч лет назад, глядя на ночное небо, человек мечтал о полете к звездам. Мириады мерцающих ночных светил заставляли его уноситься мыслью в безбрежные дали Вселенной, будили воображение, заставляли задумываться над тайнами мироздания (рис. 1).

Тоска по глубокому небосводу, усыпанному звездами, заставляет задуматься о воплощении звездного неба над головой в условиях городских джунглей. Ведь так хочется вечером или ночью окунуться в бездну сияющих звезд, планет, галактик и газовых облаков. Эту сказку можно попытаться воплотить в жизнь, создав тетраптих звездного неба своими руками. (Примечание: тетраптих – произведение, состоящее из четырёх составных частей, объединённых общей идеей).

В данной работе я собираюсь изучить созвездия и создать в нужном масштабе изображение звездного неба при помощи системы координат Декарта.



Рис. 1

Цель работы: Начертить созвездия на координатной плоскости, чтобы создать кусочек звездного неба у себя в комнате.

Задачи работы:

1. Научиться строить точки в декартовой системе координат и определять координаты заданных точек.
2. Изучить созвездия.
3. Расширить знания о координатах и применении их в космонавтике и астрономии.

4. Построить изображения созвездий на координатной плоскости.

Этапы работы

1. На звездной карте Северного полушария я выбрал те созвездия, которые видны в Томске в весеннее время года при помощи расчетов по подвижной карте звездного неба (рис. 2).

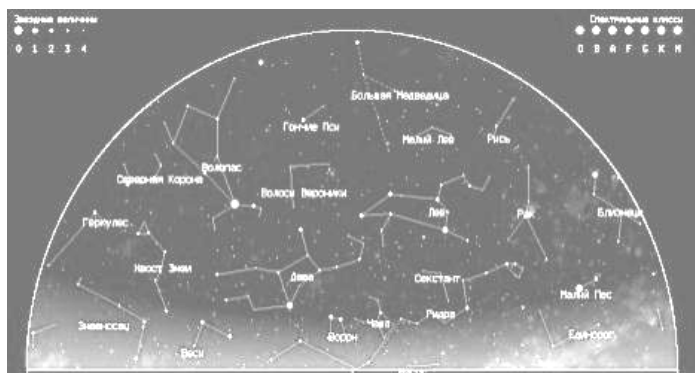


Рис. 2. Весенние созвездия в Томске

2. Я построил рисунки некоторых созвездий из рис. 2 на координатной плоскости и в итоге получил такое же изображение созвездия, как и на карте звёздного неба (рис. 3).

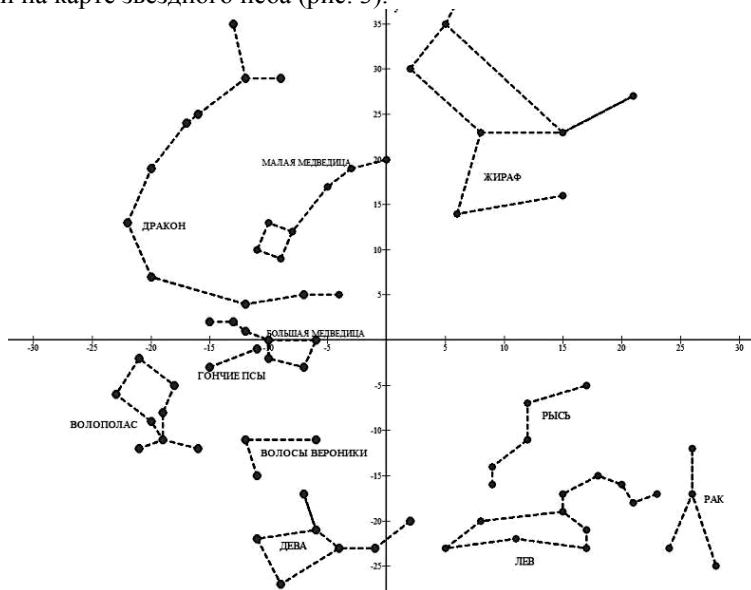


Рис. 3. Карта звездного неба в графическом редакторе

3. После построения всех нужных созвездий по отдельности, я составил карту звёздного неба в графическом редакторе.

4. Затем я перенес созвездия на 4 листа размером 50×65 и нанес созвездия при помощи белой гуаши, тем самым создал тетраптих звездного неба у себя в комнате (рис. 4).



Рис. 4. Тетраптих звездного неба

Итоги работы. Опираясь на свои наблюдения и изучив положение звезд на весеннем небе, я составил карту созвездий, видимых в нашем регионе в апреле–мае. Проведя точные расчеты и выбрав нужный масштаб, я смог создать у себя в комнате звездное небо своими руками – тетраптих (см. рис. 4). Моя работа может быть полезна для изучающих космос и астрономию. Ведь приятнее любоваться настоящим звездным небом, чем просто звездочками враспынную.

Работа была интересной и увлекательной. Этот проект принес мне бесценный опыт для дальнейшего изучения космоса и астрофизики. Уверен, он станет толчком для новых исследований и реализации моей главной цели стать инженером-конструктором космической техники.

КОМПЛЕКС УЧЕБНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ РАЗРАБОТЧИКОВ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Н.В. Малиновский, ученик 4-го класса гимназии № 1;

Н.С. Гавриленко, ученик 8-го класса МБОУ «СОШ № 19»

Научный руководитель Я.Е. Мещеряков, ассистент

Кемерово, каф. ИиАПС КузГТУ;

Томск, аспирант каф. АСУ ТУСУР, M.YarosLove@yandex.ru

Актуальной проблемой для единичного и мелкосерийного производства электроники является большая трудоемкость в изготовлении печатных плат и последующей напайки радиокомпонентов. Поэтому необходимо создать целый комплекс технологического обеспечения рабочего места разработчика радиоаппаратуры.

Цель проекта – создание учебно-технологического комплекса обеспечения рабочего места разработчика радиоаппаратуры, что позволит повысить сложность и качество изготовления радиоэлектронных устройств средней сложности, обеспечить экономию времени, сил и здоровье сбережение. А также обеспечение школьных конструкторских бюро (объединений радиоэлектроники), студенческих конструкторских бюро и мелкосерийного производства, что способствует профессиональной ориентации учащихся и студентов.

Таким образом, для качественного выполнения отдельных операций технологического процесса создан опытный действующий экспонат «Комплекс учебно-технологического обеспечения рабочей группы разработчиков электронного оборудования», в состав которого входят следующие инструменты для сборочного участка:

- Паяльная платформа АОУУЕ 853А предназначена для предварительного подогрева и демонтажа печатных плат.

- Термовоздушная монтажно-демонтажная паяльная станция Lukey 702, предназначена для пайки или демонтажа радиоэлектронных компонентов феном или паяльником.

- Дозатор паяльной пасты, представленный на рис. 1 предназначен для равномерного дозированного нанесения паяльной пасты (ПП) на контакты печатной платы в месте пайки.

- Лупа с подсветкой на рис. 2 – оптическая система, состоящая из увеличительного стекла, закрепленного на подставке, предназначенная для увеличения и наблюдения мелких предметов в условиях недостаточной освещенности.

- Ванна для травления печатных плат на рис. 3 предназначена для автоматического процесса травления медных плат в растворе хлорного железа без участия человека.

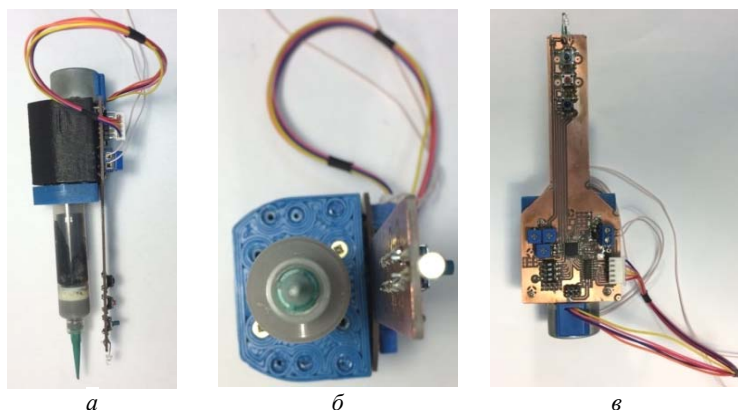


Рис. 1. Дозатор паяльной пасты, выполненный с элементами трехмерной печати: *а* – вид сбоку; *б* – вид спереди; *в* – вид сверху

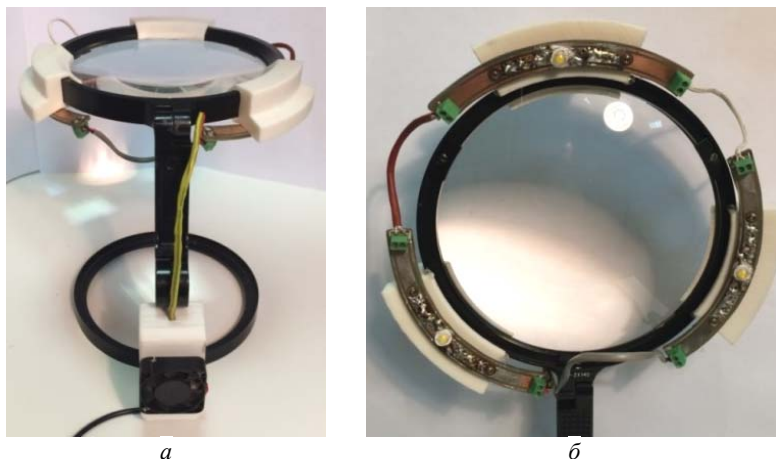
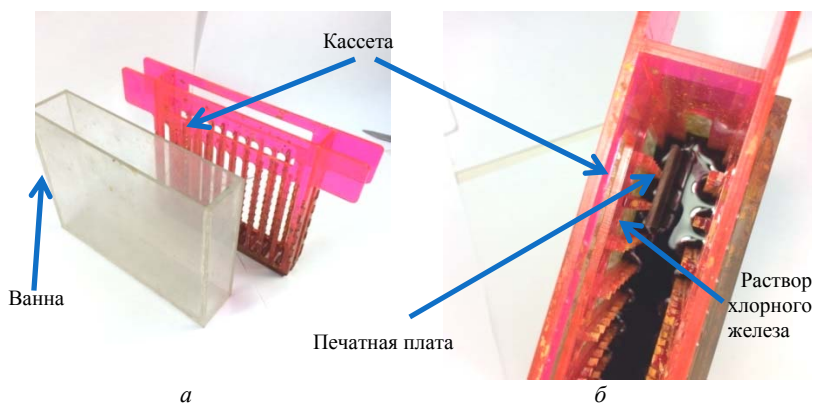


Рис. 2. Лупа с подсветкой, выполненная с элементами трехмерной печати: *а* – вид сзади; *б* – вид снизу

Преимущества комплекса учебно-технологического обеспечения рабочей группы разработчиков электронного оборудования. Существующее промышленное оборудование очень дорого, данный комплекс отличается от существующих аналогов:

- низкой стоимостью, легкостью ремонта и воспроизводства, возможностью модернизации и тонкой настройки, компактностью, автономностью;

- ввиду низкой себестоимостью возможно массовое тиражирование для оснащения школьных и студенческих конструкторских бюро, а также всех заинтересованных лиц.



а
б
Рис. 3. Ванна для травления печатных плат:
а – ванна и кассета; б – процесс травления

Данное оборудование по принципу работы максимально приближено к работе профессионального промышленного оборудования, применяемого на производстве. Работа с подобным учебно-технологическим комплексом позволяет приобрести опыт конструирования, моделирования и производства радиоэлектронных устройств, увеличить качество изготовления радиоэлектронных устройств, обеспечить экономию времени, сил и здоровьесбережение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шилдт Г. Полный справочник по C++. – 4-е изд. / пер. с англ. – М.: Вильямс, 2006. – 800 с.
2. Медведев А. Печатные платы. Конструкции и материалы. – М.: Техносфера, 2005. – 304 с.
3. Платт Ч. Электроника для начинающих. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 480 с.
4. Джонс М.Х. Электроника: практ. курс. – М.: Техносфера, 2006. – 512 с.
5. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Мег: руководство пользователя. – М.: Додэка-XXI, 2007. – 592 с.
6. Самоучитель AutoCAD 2016/2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://autocad-specialist.ru/samouchitel-autocad.html> – Загл. с экрана.

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНКУБАТОРОМ

*Н.В. Малиновский, ученик 4-го класса гимназии № 1;
Н.С. Гавриленко, ученик 8-го класса МБОУ «СОШ № 19»*

Научный руководитель Я.Е. Мецерыков, ассистент

Кемерово, каф. ИиАПС КузГТУ;

Томск, аспирант каф. АСУ ТУСЧР, M.YarosLove@yandex.ru

Потребление мяса и яиц птицы курицы ежегодно увеличивается и в 2016 г. составило 35 % от общего потребления мяса. В погоне за количеством произведенного мяса недобросовестные производители добавляют в пищу птиц антибиотики и стероиды для ускоренного роста.

Использование инкубаторов позволяет выращивать в домашних условиях экологически чистый качественный продукт с очень небольшими материальными затратами.

Существующие модели инкубаторов для личного подсобного хозяйства либо не имеют средств автоматизации, либо слишком дороги. Инкубаторы без элементов автоматизации обладают низкой стабильностью поддерживаемой температуры, отсутствует контроль влажности воздуха и возможность автоматического поворота яиц через определенные интервалы времени. Инкубаторы, снабженные системой поворота яиц, очень дороги и позволяют работать только с одним типом яиц.

Исходя из этого, средний показатель по рождаемости в инкубаторе без средств автоматизации при одинаковом качестве закладываемых материалов не превышает 70%.

Актуальной задачей является разработка современной цифровой системы управления инкубатором, которая позволит с большей эффективностью выращивать птенцов разных видов птиц и повысит уровень их рождаемости и выживаемости.

В качестве тестовой системы управления инкубатором была использована пользовательская реконфигурируемая ячейка myRio под управлением программы LabView 2015, с помощью которой тестировались электронные модули».

Разработанная цифровая система управления позволит:

- гибко настраивать режим работы в зависимости от вида птицы;
- задавать температурный режим, долго и точно удерживать температуру на заданном уровне в соответствии с графиком;
- задавать временные интервалы переворачивания яиц;
- контролировать влажность воздуха с подачей сигнала о критическом уровне в зависимости от вида птицы;
- возможна автоматическая подача воды в инкубатор.

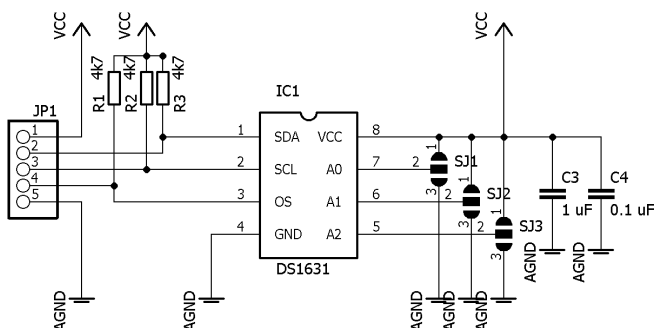


Рис. 2. Схема цифрового термодатчика-сторожевого устройства на основе микросхемы DS1631

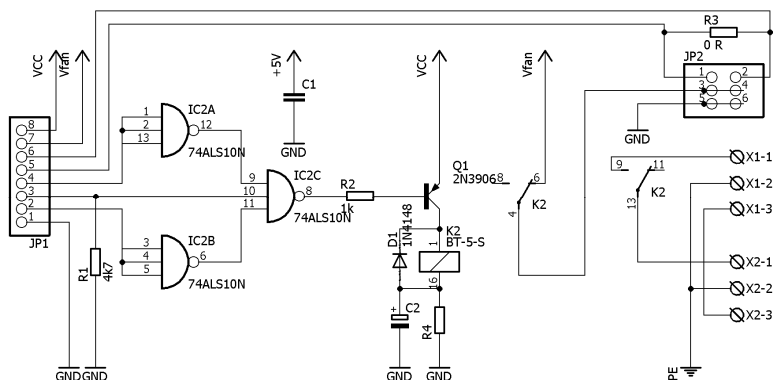


Рис. 3. Схема аппаратного защитного сторожевого контура

Таким образом, разрабатываемая цифровая система управления инкубатором позволит выполнять периодические операции без участия человека, увеличит стабильность и надежность процесса инкубации, уровень рождаемости и выживаемости птенцов разных видов птиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Рекомендации специалистов Волгасельмаш по инкубации* [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.volgaselmash.ru/index.php/notes/73-statya-1>. – Загл. с экрана.
2. *Процесс инкубации яиц* [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа – http://seganel.com/protsess_inkubatsii_jajts – Загл. с экрана.

СЕКЦИЯ 8

**POSTGRADUATE AND MASTER
STUDENTS' RESEARCH IN
ELECTRONICS AND CONTROL
SYSTEMS**

(Секция на английском языке)

СЕКЦИЯ 8

POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS' RESEARCH IN ELECTRONICS AND CONTROL SYSTEMS

(Секция на английском языке).

*Председатель секции – Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ, доцент,
к.филол.н.;*

*зам. председателя – Менгардт Е.Р., доцент каф. ИЯ,
Морозова Е.И., ст. преподаватель каф. ИЯ*

TEMPERATURE FIELD MODELING OF CERAMIC POWDER VOLUME DURING SELECTIVE ELECTRON-BEAM SINTERING

I.Yu. Bakeev, postgraduate student, junior research scientist;

A.S. Klimov, PhD, senior research scientist

Tomsk, TUSUR, department of physics, bakeeviyu@mail.ru

Current interest in the additive manufacturing technologies, with the purpose of economy of material and the possibility of creating products of arbitrary shape, stimulates new research in various fields of industry [1]. Thus, a relatively recent work [2] demonstrates the possibility of using the forevacuum plasma electron source for selective electron-beam sintering of ceramic powder. This has become possible due to the special feature of such sources: partial compensation of accumulated negative charge on non-conducting surfaces without using special mechanisms. One of the main factors playing the key role in the quality of the sintered sample, apart from the beam power density (temperature of powder volume) and dwell time, is the rate of temperature change. In particular, high rates of temperatures (or cooling) rates can lead to integrity disruption of the sintered material [3]. When sintering of powder is performed with continuous scanning by the electron beam, temperature changes occur in each point. So, modeling for studying the behavior of temperature field of ceramic powder volume during electron-beam sintering was the aim of this work.

Description of the model. The solution of heat conduction problem during scanning by an electron beam is carried out by simulation modeling. For these purposes, a number of simplifications are used: the volume of the powder material is split by grids in three dimensions with the steps Δx , Δy ,

Δz , respectively (Fig. 1). It is assumed that the final volume (cell) of the resulting splitting has the same properties and parameters at each point (density, specific heat, thermal conductivity, temperature). The volume of powder is placed in the cavity of a steel crucible, which is based on the water cooled collector at a temperature of 300 K. Due to the high thermal conductivity of steel as compared with alumina powder, the complexity of the crucible shape is neglected: the heat conduction problem for the crucible is solved only for the vertical coordinate. The shape of the powder surface area scanned by the beam is a raster with the sides of 10×10 mm having 20 lines; this passage is performed with a predetermined frequency. The time step (interval) Δt is chosen so that the beam can move from one powder cell to the neighboring one for this time.

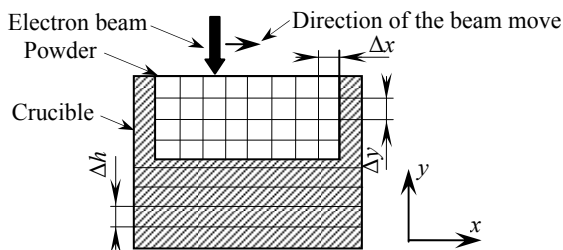


Fig. 1. Splitting scheme of the powder and crucible volume

The temperature at each point of the powder is determined according to the heat conduction equation, which in a general case takes the form:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a_p^2 \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \Delta T_b - \Delta T_{tr} - \Delta T_c,$$

where a_p – powder heat conduction coefficient ($a_p = \lambda_p / c_p \rho_p$, c_p , ρ_p – heat capacity and density of the powder in the free backfilling state, $\lambda_p = f(T)$ – the thermal conductivity; for the free backfilling state the values are taken in [4]); ΔT_b – heat flow caused by the electron beam; ΔT_{tr} – the loss of heat in the thermal radiation from the surface; ΔT_c – heat loss through the crucible.

Modeling results. The time dependence of the temperature for one point on the surface (*a*) and the temperature distribution by one horizontal coordinate (*b*) which are typical to the powder surface scanned by the electron beam are presented in Fig. 2.

It can be seen from these results that for a short time after the beginning of irradiation, the temperature of the surface layer is set in a quasi-stationary mode: the average temperature over time comes to saturation; temperature fluctuations occur at a frequency scan due to the beam moving

through the point (sharp increase) and the heat radiation from the surface in the remaining time. The heat transfers from the points heated by the beam to the neighboring ones are insignificant for these times. The amplitude of the temperature fluctuations decreases with the increase of scanning frequency. When scanning frequency is less 1 Hz, temperature fluctuations can be more than 1000 K, that is more than 50% from the average value. Fluctuation less than 5% can be provide with frequency 25 Hz.

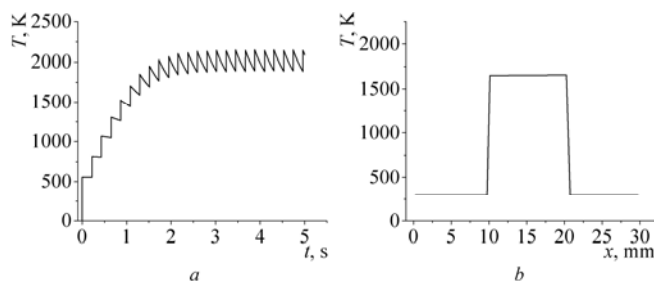


Fig. 2. Time dependence of the temperature for one point $T=f(t)$ (a) and temperature distribution by one horizontal coordinate $T=f(x)$ (b)

The dependence of temperature fluctuation of one point on scanning frequency is presented in Fig. 3.

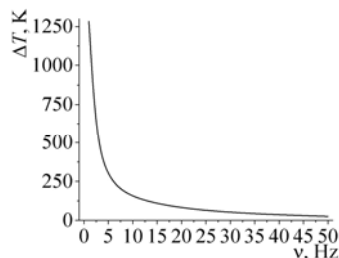


Fig. 3. Dependence of the temperature fluctuations on frequency $\Delta T=f(\nu)$

Conclusions. The temperature dynamics of powder volume during continuous scanning by the electron beam are obtained during modeling. For a short time after the beginning of irradiation, quasi-constant temperature is set mainly due to the thermal radiation. The temperature fluctuations in the quasi-constant mode decrease with the increase of scanning frequency.

This work is supported by RFBR grant No. 15-08-00871

REFERENCES

1. Chua C.K., Leong K.F., Liu Z.H. Rapid Tooling in Manufacturing // Handbook of Manufacturing Engineering and Technology. – 2015. – PP. 2525–2549.
2. Bakeev I.Yu, Klimov A.S., Dvilis E.S. et al. About the possibility of selective electron-beam sintering of ceramic powders in the forevacuum pressure range // Izvestiya vuzov: Fizika. – 2016. – Vol. 59, Iss. 9/3 (In Russian).

3. Klimov A.S., Zenin A.A., Zhigalkina A.S. Thermal processes at sintering of ceramics using a plasma electron source // Izvestiya vuzov: Fizika. – 2014. – Vol. 57, Iss. 3-3. – PP. 171–175 (In Russian).

4. Dulnev G.N., Novikov V.V. Transfer processes in heterogeneous environments. Russia, Leningrad: Energatomizdat. – 1991. – 248 p. (In Russian).

DESIGN OF LINEAR GAN HEMT MODEL

***D.V. Bilevich, A.A. Popov, T.Y. Sidoryuk, students;
A.S. Salnikov, Associate Professor of the department
of Physical Electronics, PhD***

*Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
bilevichdmitry@ya.ru*

In this article, one of the methods of extraction of small-signal model parameters is presented. Berroth method was used for the extraction of model parameters. Furthermore, automatisisation process of extraction of model parameters is presented. Comparison model with measurements is provided.

Manufacturing of RF monolithic integral circuit, based on HEMT (height electron mobility transistor), is considered to be an upcoming trend in radioelectronics. Small-signal models are used in designing of wide range of devices e.g. linear and low-noise amplifiers. Moreover, small-signal modeling is an interim increment when designing more accurate and complex nonlinear models.

The equivalent network of HEMT is shown in Fig. 1. Berroth method of small-signal modeling was described in [2]. The main difference is the automatic algorithm of choosing parameter values in equivalent network, which depend on the frequency.

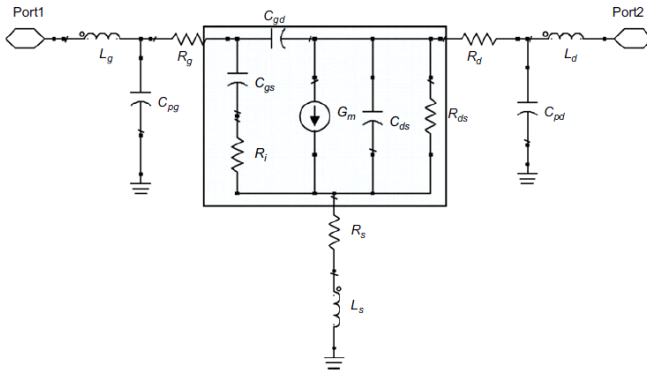


Fig. 1. Small-signal equivalent network of GaN HEMT

There are two parameters group: extrinsic and intrinsic ones. The first stage of modeling is the extraction of intrinsic parameters. S-parameters was measured in «cold FET (field effect transistor)» operation. Intrinsic parameters are found in accordance to [3].

The removing of parasitic parameters is done after reorganizing S-parameters into Z- and Y-parameters. The order of evaluations is described in [4].

Intrinsic elements are found from Y-parameters after removing the influence of parasitic elements by equations in accordance with [3].

Extraction is carried out for the whole frequency range. In other words, we obtain frequency dependence of the equivalent circuit parameters. Now we need some values of these parameters. Averaging over the whole frequency range can result in overestimated values due to residuals. Usually a model designer uses a range of frequencies, where value of the parameter is constant or has small dependence on the frequency. The algorithm for automatic finding the value of circuit parameters is the following:

1. Smoothing value of element vs frequency.
2. Plotting the diagram which shows differences between values in two frequency points.
3. Making up and down bound of values deviation.
4. Estimation of valid values (values which are between boundaries Fig. 2).
5. Evaluation of arithmetical means.

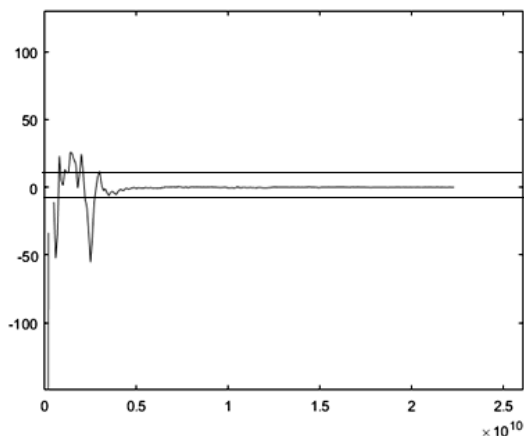


Fig. 2. Frequency dependence diagram

This approach presented was used for finding the value of model parameters. After that, small-signal models were being modeled for three tran-

sistors in any operating point. The results of modeling and real measurements for T2X80 are shown on Fig. 3.

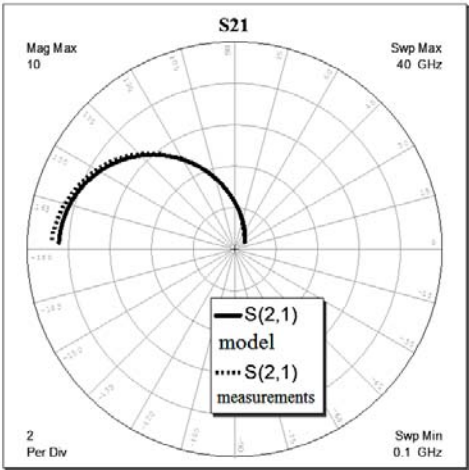


Fig. 3. Results of modeling and real measurements for T2X80

Results of modeling for 2×25, 2×80 and 4×100 in any operating points are presented in Table.

	RMS deviation							
	2×25, PT1	2×25, PT2	2×80, PT1	2×80, PT2	2×80, PT3	4×100, PT1	4×100, PT2	4×100, PT3
<i>S</i> 11	20,08	25,72	4,24	4,42	4,48	3,36	3,82	3,82
<i>S</i> 12	21,85	17,38	6,28	6,85	7	4,73	4,34	6,48
<i>S</i> 21	16,27	25,03	3,8	4,03	4,63	5,7	5,92	6,81
<i>S</i> 22	8,58	10,52	6,57	6,55	6,38	4,75	4,8	4,95

Obtained results have shown that a small-signal model gives a fair accuracy for T2X80 и T2X100. Otherwise, this model provides low accuracy for T2X25.

In this article, one of the methods of extraction of small-signal model parameters is presented. Key feature of this article is the automated process of extraction of model parameters.

REFERENCES

1. Babak L.I. Metodika postroeniya malosignalnoi modeli SVCH-transistora c visokoi podvizhnostyu electronov / L.I. Babak, A.A. Kokolov. Dokladi TUSURa. – 2010. – №2 (22)/ – C. 153–156.
2. Berroth M. High-Frequency Equivalent Circuit of GaAs FET's for Large-Signal Applications / M. Berroth, R. Bosch // IEEE Trans Microwave Theory Tech. – 1991, February. – Vol. 39. – № 2. – PP. 224–229.

3. *Berroth M.* Broad-Band Determination of the FET Small-Signal Equivalent Circuit / M. Berroth, R. Bosch // IEEE Trans Microwave Theory Tech. – 1990, July. – Vol. 38. – № 7. – PP. 891–895.

4. *Dambrine G.* A New Method for Determining the FET Small-Signal Equivalent Circuit / G. Dambrine, A. Cappy, F. Heliodore, E. Playez // IEEE Trans Microwave Theory Tech. – 1988, July. – Vol. 36. – № 7. – PP. 1151–1159.

ROBOTIC ARM DEVELOPMENT WITH THE USE OF SCRIPT MODELING ENVIRONMENT

A. Bukreyev, T. Gandzha

Tomsk, TUSUR

This article describes the approach of creating a robotic arm for people with disabilities, based on X-Robot controller, using script-modeling environment (SME) integrated in multilevel modeling environment MASC.

Nowadays, people with disabilities have one of the most serious and hard problem to be solved – recovering functionality of limbs. These people are forced to feel huge difficulties trying to solve these limitations. There were attempts to solve this problem in ancient times, and people have been inventing upgraded wheelchairs, prostheses for many years, but only a small part of big problem has been solved. An arm functional is the hardest reproducible functional. Only the most expensive robotic arms like I-Limb Ultra or Bebionic 4 can make life of disabled people easier but it will never be as it was before. Thus, the decision to create a robotic arm that reproduces a partial functionality of a human arm but with low total cost has been made.

Implementation details. To create a robotic arm, it was decided to use 3D-printers and ABS plastic in accordance with the following advantages:

- Availability of the software. 3D-model of the case can be created, using free, open source software – Blender.

- Low cost of ABS plastic. (about 600□).
- ABS plastic is soluble in acetone. (cutting edges can be smoothed).
- Increased impact resistance and elasticity of ABS plastic.
- ABS plastic is non-toxic in normal conditions.
- Resistance to alkalis and detergents.
- Heat resistant up to 103 °C.
- Wide range of operating temperatures (from –40 °C to +90 °C).

The aspects above allow the case to be light, less than 1.5 kg, as well as to be durable enough for the routine use.

The brain of the control system is an X-Robot controller. It is based on AT mega microprocessor, has the ability to connect many executors and

operates 256 processes in parallel that allow to control different hard dynamic objects.

In addition, the control system contains five servomechanisms (one for each finger), wires, and five pressure sensors (one for each finger). Servos serve to bring the fingers into a movement for gripping and releasing objects. Pressure sensors realize the feedback for accurate handling of fragile items (Fig. 3). Phalanges are made with a hollow to pull the wires through them. Phalanges are interconnected by common bolts. Wires simulate the work of wrist muscles. One end of the wire is attached to the servo, the other one is a tied knot at the end of the finger. To implement the functions of gripping and releasing objects it is necessary to stretch two wires in one finger from different sides. According to the rotation of the servo, a finger bends or unbends.

There are 2 ways to flash the X-Robot controller. The first one is to write an assembler like a code in a text editor. The second way is to use SME (Fig. 1), integrated in multilevel modeling environment MACS. The second way is planned to be designed mostly for people who do not know an X-Robot programming language. SME is specially designed to make flashing controller easier, but the basic knowledge of the language is needed. It is possible to form the script for controlling dynamic objects using a graphical component view and then a flashing controller without the need of writing the code in the text editor.

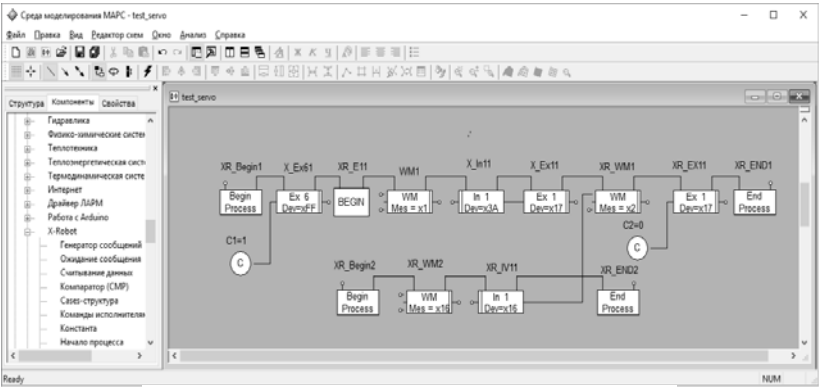


Fig. 1. Formed script to operate one servo in SME view

Figure 1 shows the script, created in graphical editor SME. The execution of the script starts from the beginning to the end. It consists of such components as Ex (executor), In (input data), WM (wait message) and others. Servo refers to Ex component. Received data from the pressure sensors

can be used with In component. WM component works like a trigger and allows to execute some commands when a certain message is received. The script is designed to control the rotation of one servo. It activates and starts rotating the servo when it receives a command. Servo rotation stops only in two cases. In the first case servo stops if there is no more power stroke (it means that a finger is fully bended). The second case triggers when the pressure sensors sent a special signal to stop.

Figure 2 describes a generalized component view. Top pins ($U1$ and $U2$) are responsible for sequence of the command execution. $X1$ and $X2$ can receive data from the other components, depend on the information, and change the behavior of the component. Y pin allows the component to emit data you need.

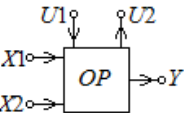


Fig. 2. Generalized component view in SME

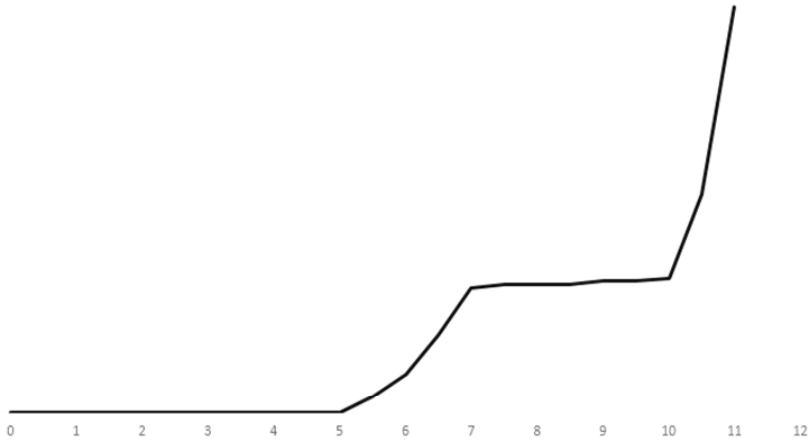


Fig. 3. Input data from pressure sensors

Figure 3 describes the process of interacting pressure sensor with the fragile item while gripping. Using the input data from a pressure sensor, we can control the behavior of the servo while grabbing fragile objects. In the first period from 0 s to 5 s the pressure sensor doesn't response because it doesn't touch the object. In the period from 5 s to 7 s the first touch occurs. After that 3 s sensor receives the same value of pressure, it means that a finger tries to grab some fragile objects such as a plastic cup. If you do not stop the finger, it will damage or deform the object, so it is necessary to stop the finger to avoid it. In such a situation the controller sends a stop message to the servo. If it is not prevented, then the object will be damaged and a

signal from the sensor will look like the last part of the graph, the object becomes solid and the pressure only rises with some time.

Development prospects. Later, in this project it can be an upgraded control system. There are some special places located at the limb that can still contain muscle bioelectrical potentials. These potentials occur in any muscle contraction and it is possible to recognize and measure them using enough sensitive sensors, which can be put on the surface or injected into the muscle.

Conclusion. The total cost of the robotic arm presented in the article is about 10 thousand rubles and it allows to perform some basic actions. The cost of the foreign analogues can reach more than a million. Most Russian citizens cannot even think about getting such an expensive device.

DRIVER FOR MIDDLE POWER LASER DIODES

O.T. Vazhinsky, student

Research supervisor S.M. Shandarov, prof., Ph.D.

TUSUR, Tomsk, oleg_vazhinsky92@mail.ru

Laser diodes (LD) and LD arrays are used in solid state laser pump systems [1, 2]. These semiconductor devices are delicate to quality of power supply and operating temperature. Using a LD driver for controlling physical parameters is a necessary condition for correct and long-term operation.

Industrial asset LD drivers are mainly designed for a certain LD part [3], have large dimensions [4] and not all of them have an ability to be integrated in a built-in solid state laser system [5].

The main purpose of this article is to design a small dimension LD driver which has ability to power up a LD with the current up to 2 Amps and can be easily integrated in a solid state laser system and control operating temperature.

Methods and algorithms. The scheme on Fig. 1 shows the functional system of the designed LD driver. Power supply transcends the electrical energy to the LD, the thermoelectric cooler (TEC) and the microcontroller unit (MCU). The power regulator is used for setting up the current of the LD. The exit correction signal of the power regulator and the TEC can be calculated with the help of voltage, current and temperature feedback loops which are monitored by the MCU. The TEC adjusts the operation temperature.

The circuit design. The circuit design is shown on Fig. 2. The power MOSFET transistor $VT1$ sets the LD current. The gate-to-source voltage is generated by operational amplifier (OA) $IC2$. This voltage is equal to the voltage on capacitor $C1$ which is a part of an integration circuit. The level

of the voltage on $C1$ is setup by the PWM signal from MCU (not shown on the scheme). In general, the dependence of PWM parameters is connected to the LD current-voltage characteristics and operating temperature.

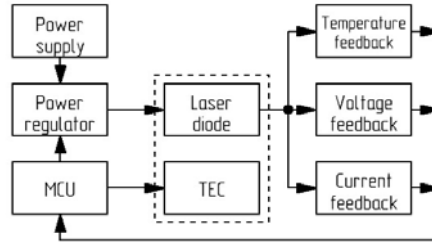


Fig. 1. LD driver functional scheme

The LD operational temperature is monitored by NTC thermistor $R9$. The temperature dependence of calculated ADC signal is given as [6]:

$$T = \frac{B \cdot T_1}{B + T_1 \cdot \log_{10} \frac{R8 \cdot ADC}{R9(T_1) \cdot (N - ADC)}}, \quad (1)$$

where ADC – the number of ADC count; N – maximum ADC count; B – temperature coefficient of sensitivity; T_1 – normal temperature (298 K), $R9(T_1)$ – the resistance value at T_1 .

The LD current is controlled by MCU. The value is measured from the output of differential OA $IC1$. The LD current can be calculated as:

$$I = \frac{ADC \cdot V_{cc}}{N \cdot R4}, \quad (2)$$

where V_{cc} – ADC reference voltage. LD voltage is measured from the OA $IC3$. This OA works in repeater mode in order to increase the output load resistance.

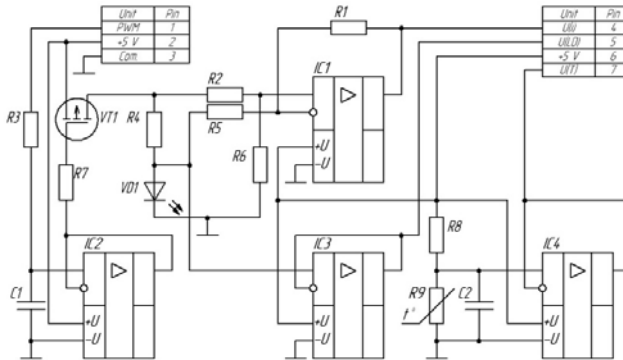


Fig. 2. LD driver circuit design

Results and discussion. In order to detect operating characteristics and stability of the LD driver the semiconductor diodes were used as a load. The output voltage was measured with the APPA–109N voltmeter. The current load was calculated by measuring the voltage drop on the R12 resistor and known resistance value. The value in each point was measured 10 times. The time dependences of the output voltage and the load current are presented on fig. 3.

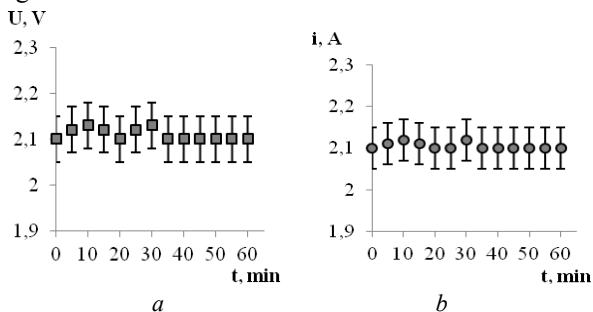


Fig. 3. The time dependence of voltage – *a*; the time dependence of load current – *b*

The output voltage shifts between 2.1 and 2.13 V. The load current varies from 2.1 to 2.13 A. The current stabilizes in the remaining 30 minutes of the experiment. It is assumed that the load current is not stable because of power dissipation on the MOSFET.

Conclusion. The designed LD driver has the following characteristics: the output voltage can be up to 2.1 V with load current up to 2.1 A. One of the limit factors which constricts the parameters and usage is power dissipation of MOSFET. In order to study the maximum output characteristics further investigation is required.

REFERENCES

1. Vereskunov A.A. et al. Tverdotelnyy laser s nakachkoi lasernimi diodami [Solid state laser with laser diode pump system]. – Patent RF. – No. 74011. – 2008.
2. Batushkov V.V. et al. Miniaturnyy tverdotelnyy laser s diodnoi nakachkoy [Small sized solid state laser with diode pump system]. – Patent RF. – No. 113082. – 2012.
3. Gramakov A.A., Fefelov A.P., Chernyshev A.V. High efficient pumping sources for pulse semiconductor laser bars // Science and education. – 2012. – Vol. 8. – No. 4. Available at: http://elibrary.ru/download/elibrary_18126584_19637429.pdf (Accessed 07 February 2017).
4. Stanford research systems. Available at: <http://www.thinksrs.com/downloads/PDFs/Manuals/LDC501m.pdf> (Accessed 07 February 2017).
5. Nolatech, LLC. Available at: <http://nolatech.ru/products/driver> (Accessed 07 February 2017).

6. Zotov V. The principals of temperature control systems using Epcos company NTC thermistor // Komponenti I tehnologii [Components and technologies]. – 2007. – No. 71. – PP. 32 – 38 (in Russian).

ANALYTICAL APPROACH FOR EXTRACTION OF MONOLITHIC RESISTOR'S EQUIVALENT CIRCUIT MODEL

A.A. Vatyuk, postgraduate, chair of Physical Electronics

Scientific supervisor P.E. Troyan, hrof.,

Head of the chair of Physical Electronics

Tomsk, TUSUR, vatyuk_aa@niipp.ru

In our days semiconductor production can't be provided without extensive set of techniques for microwave monolithic integrated circuits (MMIC) designing, the principles of parametrical models of passive elements creation, electromagnetic modeling. In the case of modelling of the different equivalent circuit (EC), sufficient popularity and practical application methods of global optimization have found. However, they often require essential time expenditure, broad knowledge of mathematics and special software also. The main target of the paper is realization of analytical approach for extraction of monolithic resistor's equivalent circuit model without global optimization methods.

It is known, that scattering parameters of two-port network depending on incident and reflected waves can be shown

$$S_{11} = \left. \frac{b_1}{a_1} \right|_{a_2=0}, \quad S_{12} = \left. \frac{b_1}{a_2} \right|_{a_1=0}, \quad S_{21} = \left. \frac{b_2}{a_1} \right|_{a_2=0}, \quad S_{22} = \left. \frac{b_2}{a_2} \right|_{a_1=0}$$

At the same time, coefficients of a_1 , a_2 , b_1 , b_2 are the normalized amplitudes of the waves arriving on the first and second ports of the two-port network (incident waves) and the normalized amplitudes of waves detecting from these ports (reflected waves) respectively.

$$a_1 = \frac{V_1 + R_0 I_1}{2\sqrt{R_0}}, \quad a_2 = \frac{V_2 + R_0 I_2}{2\sqrt{R_0}}, \quad b_1 = \frac{V_1 - R_0 I_1}{2\sqrt{R_0}}, \quad b_2 = \frac{V_2 - R_0 I_2}{2\sqrt{R_0}}.$$

Coefficient of reflection (S_{11}) and coefficient of transmission (S_{21}) are calculated when 50-Ohm load (R_0) is connected to the second port of the two-port network, i.e. in the forward direction of transfer:

$$S_{11} = \frac{V_1 - R_0 I_1}{2\sqrt{R_0}} \bigg/ \frac{V_1 + R_0 I_1}{2\sqrt{R_0}} = \frac{V_1 - R_0 I_1}{V_1 + R_0 I_1}. \quad (1)$$

According to the Kirchhoff's circuit law for the first port

$$-V_g + R_0 I_1 + V_1 = 0. \quad (2)$$

Assuming that $V_g = 1$ and calculating (1) and (2) we will have

$$S_{11} = 2V_1 - 1.$$

By analogy, it can be found that

$$S_{21} = 2V_2.$$

Coefficient of reflection (S_{22}) and coefficient transmission (S_{12}) are calculated when 50-Ohm load (R_0) is connected to the first port of the two-port network, i.e. in the opposite direction of transfer. As a result we will receive

$$S_{22} = 2V_2 - 1.$$

Finally,

$$S_{12} = 2V_1.$$

Let's apply received equations practically. In a fig.1 appearance of the monolithic resistor for GaAs and GaN technologies and appropriate EC are presented. Its construction consists of resistive material and contact pads connected to it. Dispersion of passing signal's energy takes place on resistive material. A basic element of showed equivalent circuit – is the main resistance R . The C_1 , C_2 and L elements describe the distributed properties of the resistor in microwave range. Let's assume that V_1 , V_{12} , V_2 are the nodal points. R_0 , V_g and R_0 describe parameters of generator and 50-Ohm load respectively.

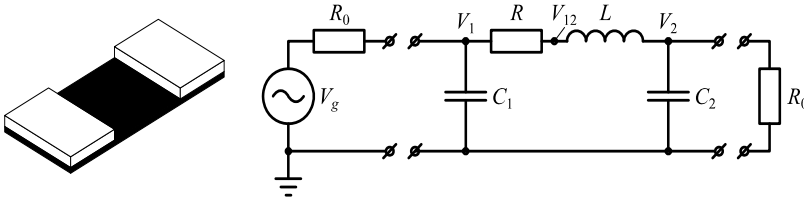


Fig. 1. Appearance and EC of monolithic resistor

Let's build system of the nodal equations for the direct direction of signal transmission

$$\begin{cases} \frac{V_g - V_1}{R_0} - V_1 C_1 s - \frac{V_1 - V_{12}}{R} = 0, \\ \frac{V_1 - V_{12}}{R} - \frac{V_{12} - V_2}{Ls} = 0, \\ \frac{V_{12} - V_2}{Ls} - V_2 C_2 s - \frac{V_2}{R_0} = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Here s – is the complex variable, set by $s = j\omega$, where j and ω are imaginary unit and angular frequency respectively.

If resolve system of the equations (3) relatively unknown potentials and having applied calculations from the last section, we will receive values of the S_{11} and S_{21} parameters. Similarly, having formed system of the equations for the opposite direction, we will receive the S_{22} and S_{12} parameters. Using the expressions for converting S -parameters to Y -parameters given in [1], we will make equation's system of the following type

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{(C_1 L^2 \omega^2 + C_1 R^2 - L)\omega}{L^2 \omega^2 + R^2} = \text{Im} Y_{11}(\omega), \\ -\frac{R}{L^2 \omega^2 + R^2} = \text{Re} Y_{12}(\omega), \\ \frac{L\omega}{L^2 \omega^2 + R^2} = \text{Im} Y_{12}(\omega), \\ \frac{(C_2 L^2 \omega^2 + C_2 R^2 - L)\omega}{L^2 \omega^2 + R^2} = \text{Im} Y_{22}(\omega). \end{array} \right.$$

At the solution of this system the unknown EC parameters are defined as

$$\begin{aligned} R &= -\frac{\text{Re} Y_{12}(\omega)}{\text{Re}^2 Y_{12}(\omega) + \text{Im}^2 Y_{12}(\omega)}, \\ C_1 &= \frac{\text{Im} Y_{11}(\omega) + \text{Im} Y_{12}(\omega)}{\omega}, \\ C_2 &= \frac{\text{Im} Y_{12}(\omega) + \text{Im} Y_{22}(\omega)}{\omega}, \\ L &= \frac{\text{Im} Y_{12}(\omega)}{\text{Re}^2 Y_{12}(\omega) + \text{Im}^2 Y_{12}(\omega)} \cdot \frac{1}{\omega}. \end{aligned}$$

Thus, using measured S -parameters of MMIC's element (converted then in Y -parameters), it is possible to provide extraction EC's nominals without application of global optimization methods. Thanks to it, a time and computing expenditure significantly decreases, and accuracy, in turn, increases.

REFERENCES

1. *Helszajn J.* Passive and active microwave circuits. – John Wiley & Sons Inc, 1981. – PP. 9–11

INVESTIGATION OF ULTRASHORT PULSE MAXIMUMS LOCALIZATION IN TURN OF MEANDER LINE WITH VARIATION OF ITS DURATION

R.R. Gazizov, Television and Control dep., 1 year postgraduate student

*Head of research A.M. Zabolotsky, assistant professor of Television
and Control dep., Ph.D.*

Tomsk, TUSUR, ruslangazizow@gmail.com

Nowadays the tendency of minimizing the components of radioelectronic devices and increasing signal performance is observed. Some of these components are coupled lines, which are properly studied [1]. However, it is important to reveal and localize signal maximums because it may help determine places of possible mutual parasitic influences and interference, thus it would be possible to take necessary measures for providing electromagnetic compatibility (EMC) and information security.

It is effective to use computer simulation in such researches rather than measurements, as it is necessary to obtain waveforms at various points along each conductor of complex structures. The quasi-static approach is widely used for analysis of printed circuit board (PCB) interconnections. Theoretical bases of quasi-static response calculation for an arbitrary network of multiconductor transmission line sections are described in [2, 3]. Algorithms for calculation of time response based on this theory are developed [5] and allow to calculate current and voltage values only in network nodes.

Basic expressions and the algorithm of current and voltage values calculation, which allow to improve the calculation of time response at any point along each conductor of a transmission line section of an arbitrary network in TALGAT software, are implemented in [5]. This paper also contains an investigation of a two-turn microstrip meander line, whereas a one-turn meander line in a parameter range was investigated in [6]. However, the investigation of the one-turn meander line with variation of the ultrashort pulse duration has not been done.

The purpose of this work is to investigate the localization of the ultrashort pulse maximums along the turn of the meander line with variation of its duration.

The microstrip meander line investigated in [6] was taken as a structure for investigation. The meander line has one turn; each half-turn is 27 mm length (Fig. 1, *a*). 50 Ohm resistors are connected to the ends of the turn. Conductor width (w) is 0,535 mm, conductor thickness (t) is 0,1 mm, separation between conductors (s) is $s = w/2$, dielectric thickness (h) is 0,3 mm, $d = 2*w$, dielectric conductivity (ϵ_r) is 4 (Fig. 1, *b*).

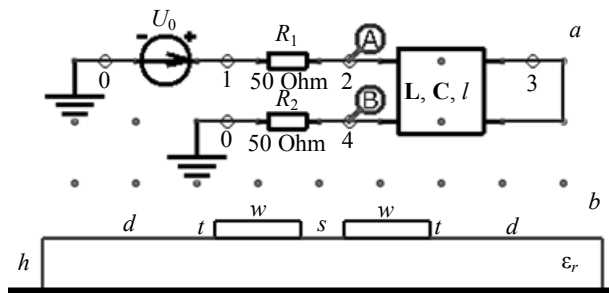


Fig. 1. Connection circuit (a) and cross-section (b) of the microstrip meander line

3 types of the ultrashort pulse each with the amplitude of 1 V are chosen as excitations in this work. All pulses waveforms are shown in Fig. 2. The first pulse (U_1) has durations of rise, top and fall equal to 1 ns, the second (U_2) – equal to 100 ps and the third (U_3) – equal to 10 ps, so the whole duration of the pulses is 3; 0.3; 0.03 ns.

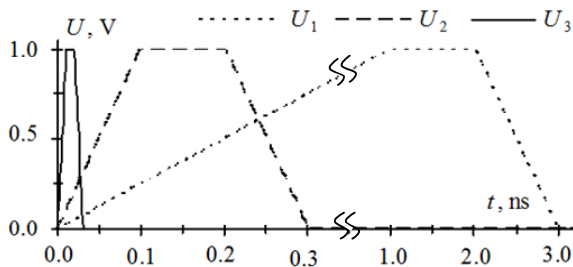


Fig. 2. Excitation pulses waveforms

Each half-turn from Fig. 1, a was divided into 20 segments and the voltage waveform was calculated in each segment. But only waveforms at the conductor beginning (U_b) and end (U_e) and also with voltage maximum ($U_{\max}$) and minimum ($U_{\min}$) values, appearing under each excitation, are presented.

The voltage waveforms calculated along each of half-turns under the excitation U_1 are shown in Fig. 3, a . The waveforms calculated under the excitation U_2 are in Fig. 3, b and under the excitation U_3 in Fig. 3, c . Let us consider the signal waveforms obtained in case 1 (Fig. 3, a). Under such duration the voltage maximum is 0.51 V, which is by 2% higher than the steady state level of 0.5 V, and it is located in the segment 1 of the second half-turn.

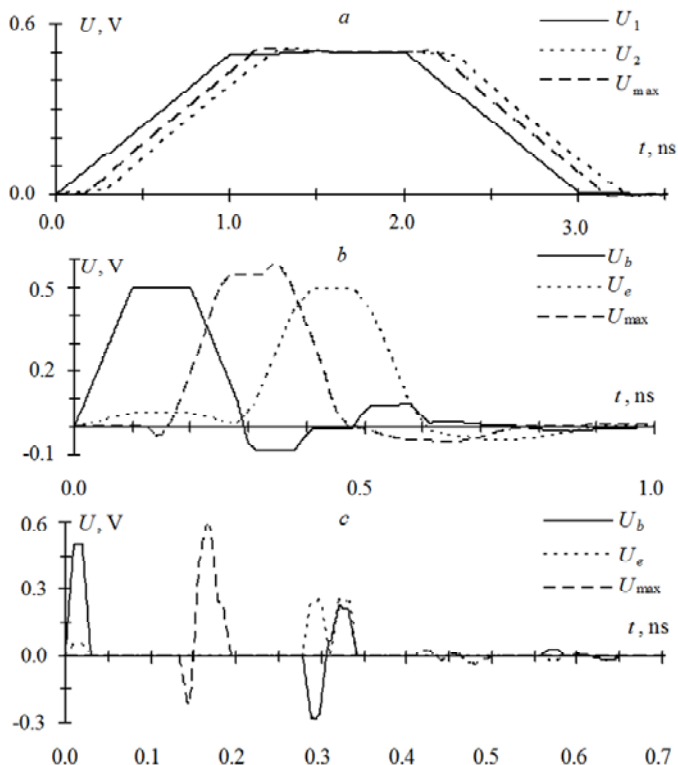


Fig. 3. Signal waveforms obtained under the excitations U_1 (a), U_2 (b) and U_3 (c)

In case 2 (Fig. 3, b), the voltage maximum is 0.57 V. It exceeds the 0.5 V level by 14% and is located in the segment 2 of the second half-turn.

In case 3 (Fig. 3, c) the voltage maximum is 0.58 V. It exceeds the 0.5 V level by 16% and is located in the segment 1 of the second half-turn.

The investigation shows some specific aspects of ultrashort pulse maximums appearance and localization in the microstrip meander line with variation of excitation duration. The greatest (as absolute value and comparing with the amplitude at the input) maximum value is 0.57 V and is observed under the excitation U_3 . The obtained results show the importance of voltage waveforms calculation along the conductors of coupled lines and also the importance of signal maximum revelation and localization. In particular, the increase of the voltage level at the joint of the half-turns with the decrease of the voltage level at the ends is remarkable.

Simulation is supported by Russian Foundation grant No.14-19-01232 in TUSUR.

REFERENCES

1. *Paul C.* Analysis of Multiconductor Transmission Lines. – New York, NY: Wiley, 2007. – 821 p.
2. *Djordjevic A.R., Sarkar T.K.* Analysis of time response of lossy multiconductor transmission line networks // IEEE Trans. Microwave Theory Tech. – 1987. – Vol. 35, № 10. – P. 898–907.
3. *Achar R.* Simulation of high-speed interconnects / R. Achar, M.S. Nakhla // Proceedings of the IEEE. – 2001. – Vol. 89, № 5. – PP. 693–728.
4. *Zabolotsky A., Gazizov T.* Time response of multiconductor transmission lines. – Tomsk: Tomsk State University, 2007. – 152 p. (in Russian)
5. *Gazizov R.R., Zabolotsky A.M., Orlov P.E.* Signal maximum localization in multiconductor transmission lines of printed circuit boards using TALGAT system // Dokl. Tom. gos. un-ta system upr. and radioelektroniki. – 2015. – Vol. 38. – No. 4. – PP. 147–150 (in Russian)
6. *Gazizov R.R., Zabolotsky A.M., Gazizov T.T.* Research on ultrashort pulse propagation in microstrip C-section with variated separation between coupled conductors // Dokl. Tom. gos. un-ta system upr. and radioelektroniki. – 2016. – Vol. 19. – No. 1, – PP. 79–82 (in Russian).

MODELING AS THE BASIS OF MAKING EFFECTIVE MANAGEMENT DECISIONS

T.E. Grigorieva, postgraduate student of the department of modeling and system analysis (MSA)

*Scientific adviser V.M. Dmitriev, head of the department of modeling and system analysis (MSA), DScTech, professor
Tomsk, TUSUR, tanya_grig_1991@mail.ru*

At the present stage of market evolution crises, competition, and instability of the market situation have extremely negative affect on the development of small businesses. The most important criterion of viability of a company is the head's capability to make quick and high-quality decisions.

Today the process of modeling is used for business management, which allows to avoid difficulties, to improve the main aspects of a company significantly, to raise its competitiveness and to lower the expenses.

The process of creation of models consists of the following stages: definition of the task, creation of a model, check of the model reliability, check of the use of the model, analysis, and updating the model in the implementation process.

There are several types of models:

1. The model of the theory of queues (it is used for determination of the optimum number of service channels in relation to needs in these channels) [1].

2. The inventory model (it is applied for the optimization of the execution time of orders; the purpose is to minimize the negative consequences during accumulation or inventory shortage of products or resources).

3. The model of linear programming (it is used for determination of the optimum distribution of scarce resources in the presence of needs competing with each other).

4. The simulation modeling (it is applied in situations which are difficult for the use of mathematical methods).

As the advantages of using models, it is possible to distinguish the following ones:

- models are less expensive than experimenting with a real object of management;

- models allow to find answers to the question «What will be if ...» to managers (For example, «What will be if the costs for inventories increase by 3% – How will the profit change?»);

- models contribute to the substantial systematic approach to problems analysis;

- models require specifications of restrictions;

- models will help to reduce the time necessary for making management decisions.

At the present time, the research team of the department of modeling and system analysis of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics is developing their own system of multilevel computer simulation.

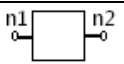
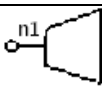
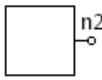
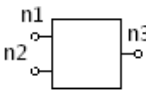
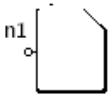
It is based on the method of component chains (MCC), and initially it was intended for modeling of physically heterogeneous devices and systems. However, now this program is being developed and allows to model the mass service systems (MSS) and the business processes (BP). The method of modeling of mass service systems and business processes is described in the article [2]. It allows to model an object of research by means of Petri's networks, to optimize and analyze the data of the results of modeling and then to make some effective management decisions. This method basically leans on the library of component models of an open type. It allows to display models of Petri's networks and BP adequately. The main components which are developed for modeling of MSS and BP at the moment are presented in Table.

Due to the modeling of MSS and BP, a business leader can check to what extent the process is optimum and profitable, to what extent each performed operation of a company justifies its expenses and what income it brings in.

In conclusion, it should be noted that the project model is a modern tool of a business leader. Using the project model, a business leader can

perform calculations of various indicators quickly and to a sufficient degree of approximation. The model allows to estimate the current standing of a company, and, based on it, to form the most profitable direction of development for a small and medium-sized entrepreneurship under harsh conditions of the market.

The components of MSS and BP in SE MARS

Components	Graphic representation	Algorithm used
Queue		It counts how many tokens there are in the queue. Working time is set in the component properties
Operator		It processes tokens. The time for one token processing is set in the component properties
Token generator		It submits Token 1 after a certain time interval. It is also possible to set the time interval between tokens in the component properties
Token storage		It holds tokens in the storage
Generator of transact		The text with the necessary data which needs to be received in the modeling process is registered in this component
Filler of parameters		Due to this component, the information required for the results of modeling is collected, calculated, processed and transferred
Text receiver		By means of this component, the results of modeling are displayed on the visual level

In the future, the development of the MARS SE and expansion of the library of component models are planned aimed at creation of an inventory model and a linear programming model. Dynamism is the most important advantage of the use of the MARS SE models, which allows to answer the question «What Will Be if ...», which is the basis of any management decision making.

REFERENCES

1. *Grigorieva T.E.* Mass service systems modeling on the example a queue in a bank // Scientific session TUSUR–2016: materials of the International scientific and technical conference of students, postgraduate students and young scientists, on May 25–27, 2016, Tomsk: – V-range, 2016. – PP. 105–108 (in Russian).

2. *Grigorieva T.E.* The modeling method of mass service systems and business processes for carrying out laboratory works // Modern education: development of technologies and content of the higher professional education as graduates training quality improvement condition: materials of the International scientific methodological conference, on January 26–27, 2017, Tomsk: Publishing house TUSUR, 2017. – PP. 114–115 (in Russian).

AUTOMATED PROBE DEVICE FOR TESTING MICROELECTRONIC PRODUCTS

***D.V. Ozerkin, scientific adviser, M.V. Davydov, graduate student,
Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment
Tomsk, TUSUR***

An important step in the process of microelectronic products manufacturing on planar technology is interoperational control of the quality of the elements by measuring of the parameters of test elements which are located on the periphery of the semiconductor substrate. Measurements are carried out by means of measuring instruments of electro-physical parameters of semiconductor devices of domestic and foreign manufacturers. A key element of meters is their input node, the structure of which is adapted to the object to be measured [1, 2]. In addition to the radio-frequency connector in the meters of interoperational control the input contact group can be made in the form of the mercury probe, the needle probe device, etc. Ongoing probe device functions are very numerous and that's why the probe device construction can be complicated, which increases the cost of the meter. As an example, the cost of the meter of semiconductor devices of the «Agilent» company 4948 is about 2.5 million rubles. In addition to this the cost of the probe is 1.2 mln. rubles and more [3].

As a probe device in domestic electronic industry needle probe with a manual control of the mechanical movement of the objective table in a plane is used. Installing and registering the probe needle position on the contact areas of the test element are made visually, and the contact needle position is performed manually. As a result, these operations serve as a source of errors, and mechanical movement adds the backlash to the objective table, which makes it difficult to guide the probe on the selected test element. In addition to that, this device comes with a set of tools and auxiliary devices because of the large mass-dimensional indicators, which improve the performance of the operator.

In this paper we describe the structure of the probe device, which provides two-coordinate movement of the substrate by using automation tools. The program selection and connection of the test element to the measuring

equipment set measurement conditions and visualization of the connection area on the screen.

The construction of the probe and its description. The advantages of the developed probe device in comparison with the existing one are based on the use of information technologies, programming and modern means of automation combined with adaptable and stepper piezoengine as well as sliding guide elements, mass-produced by leading world manufacturers. This minimizes the impact of the mechanical components flaws on the measurement results, and completely eliminates the operator errors.

The developed probe consists of mechanical and electrical parts. The mechanical part of the probe is designed to move the semiconductor wafer in the table plane and mechanical connection of the probe needles with the selected metal contact on the wafer. It includes a metal base, to which two coordinate tables are attached and T-shaped crossbar with a spring loaded needle and a lifter for lowering it. The use of engines substantive tables can be moved to a distance of 40 mm in each of two mutually perpendicular directions. To eliminate a backlash stepper motors are used. The comparison of parameters of these types of engines allowed to choose stepper motors FL28STH45-0674A series [4, 5] with a bipolar power supply circuit of the motor windings as the most appropriate to the operating conditions (while ensuring positioning accuracy) [5]. Thus, in step 1 mm of the screw that converts the rotation of the stepping motor into linear motion of the object table, the accuracy exhibiting of the probe will be no worse than 5 nm, that will allow to explore the elements of micro- and optoelectronics and nanoelectronics. To fix the test wafer and to ensure its ohmic contact with the table the surface of the upper table is metallized and has spring-loaded clamps.

The main node, providing efficient electrical connection of the probe to the test element, is a contact needle of the probe and the mechanism of its lowering. The authors have developed an original construction of this node, which provides the reliability of the electrical connection, adjustable pressure of the needle on the contact area of the test element, the smoothness of the lowering – lift of the needle, elimination of uncontrolled influences on the plate, highlighting the place of contact, and its observation on the screen of a computer monitor. Spring-loaded needle which is electrically connected with the signal conductor of the input connector of the two-pole parameters measurer, in the initial state does not touch the surface of a semiconductor wafer. For measuring the needle is lowered until it touches the plate via the electromagnetic lift. Basic contact of the semiconductor wafer with a zero contact of measuring device is carried out through the metallized surface of the upper table.

The electrical part of the probe. Constructively the probe assembly includes boards which control motors, electromagnets, camcorders. The boards are used to coordinate the work of means of automation, stepper motors, moving of the object tables, mechanisms of needle drop, the backlight of the substrate. The overall management is carried out by the microcontroller ADuC 812. The power supply of the device generates stabilized voltages ± 12 V and +5 V [4, 5]. Figure 1 shows the block diagram of the electrical part of the probe device, which is controlled by a personal computer.

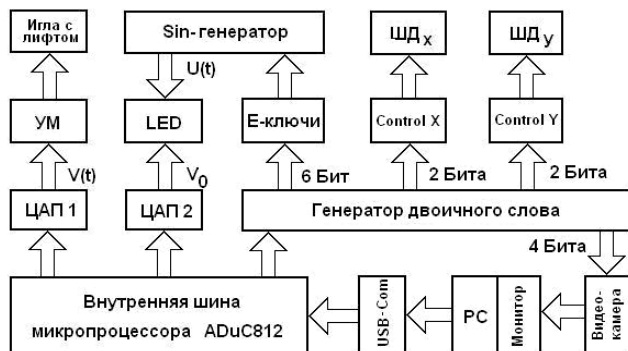


Fig. 1. Block diagram of the electrical part of the probe device

The monitor is used for the software control of the probe nodes, as well as for visualization of position of the contact needle of the probe respectively to the position of the test element of the substrate. Raising and lowering of the needle until contact with a substrate is carried out by means of the lifter, this is powered by a digital-to-analog converter DAC 1. DAC 2 puts constant voltage on the light-emitting diode LED, which performs the backlight on the place of the contact. Another application of it lies in controlling the power of controlled backlight of the investigated semiconductor element by test radiation with a predetermined modulation frequency from the sinusoidal oscillations generator, assembled on a chip AD9832. The work of this generator is controlled by a binary word generator via electronic keys that provide power matching nodes. Four bits of the generated binary word define the mode of operation of stepper motors controllers along the axes X and Y . The mode of operation of the two stepper motors is given by the remaining four bits of a binary word.

Thus, the developed probe device allows to improve the performance properties of a measuring instrument of the electro physical parameters of semiconductor devices. This is achieved by eliminating the errors and inaccuracies of the operator, and by automation of the process of the aiming the

contact needle on the test element of the substrate with stepwise movement of the substrate in the horizontal plane, and by controlled lowering/ascent and the backlight.

REFERENCES

1. *Minakov V.I., Kogan M.Z.* Manufacture of thin-film microcircuits. – Leningrad, Energiya Publ., 1970. – 175 p.
2. *Gotra Z.Y.* Technology of microelectronic devices: Directory. – M.: Radio i svyaz Publ., 1991. – 528 p.
3. *Agilent Technologies.* – URL: <http://www.agilent.com>
4. *Emelyanov A.V., Shilin A.N.* Stepper motors. Tutorial of VolTGU. – Volgograd, 2005.
5. Rentyuk V. Stepper motors and features of their application // *Elektrik.* – 2012. – № 11. – URL: http://kit-e.ru/preview/pre_71_10_13_stm_inaction.php

NUMERICAL INVESTIGATION OF THE TEMPERATURE AND STRAIN FIELDS DURING ELECTRON-BEAM WELDING

A.A. Drozd, research student of the depart. CCDS

*Scientific adviser O.I. Cherepanov, Professor of the depart. CCDS, d.s.
Tomsk, TUSUR, chip_-57@mail.ru*

The processes of electron-beam welding are characterized by high energy density and high rate of heating to the temperature of melting and evaporation of the welded metals [1, 2]. Processes of heating and cooling lead to development of thermal stresses in welds, that depend on the temperature of welding as well as on the influence of temperature on the physical and mechanical characteristics and on phase transitions in welded materials [3–6]. These features predetermine the relevance of theoretical studies of the welded materials behavior under influence of intense heat flow. These studies are aimed at the rational choice of welding regimes providing necessary characteristics of welded joints. In particular, when choosing a welding regime it is necessary to provide a predetermined depth of melted pool and lack of adverse effects such as formation of through hole during the electron beam welding process. No less important is the determination of the edge of the heat affected zone and estimation of phase transitions according to phase diagram of welded metal.

The numerical method proposed in this paper allows modeling of processes of stress-strain evolution during electron beam welding with account of phase transitions by heating, melting, evaporating and crystallization in welded materials. The numerical program was developed for 2D simulations for the cases of plane stress and plane strain. The system of variational equations was used to calculate the temperature and stress fields evolution

depending on time. These equations express the Biot variational principle for non-stationary problems of heat conductivity and Lagrange variational principle of the incremental theory of plasticity [7–10] and they can be represented as

$$\begin{aligned} & \iiint_V \left(\lambda_{ij} T_j \right) (\delta\theta)_i + C_\varepsilon \dot{T} (\delta\theta) dV - \iint_{S_G} n_j (\lambda_{ij} \bar{G}_i) (\delta\theta) dS_G + \\ & + \iint_{S_\alpha} \alpha (T - T_E) (\delta\theta) dS_\alpha + \iint_{S_Q} n_j \bar{q}_j (\delta\theta) dS_Q = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & \iiint_V (\sigma_{ij}^E + \Delta^* \sigma_{ij}) \delta(\Delta^* e_{ij}) dV - \\ & - \iint_V (\bar{P}_i + \Delta \bar{P}_i) \delta(\Delta u^i) dV - \iint_{S_\sigma} (\bar{R}_i + \Delta \bar{R}_i) \delta(\Delta u^i) dS = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

where $\bar{G}_i$ is temperature gradient, $\alpha(T - T_E)$ is heat exchange with environment, $\bar{q}_j$ is heat flow from the source on the surfaces S_G , S_α , S_Q , respectively, T is temperature, T_E is ambient temperature, λ_{ij} , C_ε , α are heat conductivity tensor, specific heat and heat rejection coefficient, $\delta\theta = T dt$, t is time, $\bar{P}_i$, $\Delta \bar{P}_i$, $\bar{R}_i$, $\Delta \bar{R}_i$ are the volume and surface forces and their increments, Δu^i and $\delta(\Delta u^i)$ are increments of displacements vector components and their variations, $\Delta \sigma_{ij}^E + \Delta^* \sigma_{ij}$ and $\varepsilon_{ij}^* + \Delta^* e_{ij}$ are stress and strain tensors, respectively.

The constitutive equation was written in form

$$\Delta^* e_{kl} = S_{ijkl}^* \Delta^* \sigma_{ij} + \left(\alpha_{kl}^T + \alpha_{kl}^F \right) \Delta T, \quad (3)$$

where S_{ijkl}^* and $\alpha_{kl}^T = \delta_{kl} \alpha^T$ are tensor modulus of flexibility and thermal expansion, α_{kl}^F is the values of phase transition deformation coefficients, ΔT is temperature change at time step dt , respectively.

The inverse form of constitutive equation (2) takes the form

$$\Delta^* \sigma_{ij} = C_{ijkl}^* \Delta^* e_{kl} - \beta_{ij}^* \Delta T, \quad (4)$$

The tangent modulus tensors C_{ijkl}^* , S_{ijkl}^* , $\beta_{ij}^* = C_{ijkl}^* \left(\alpha_{kl}^T + \alpha_{kl}^F \right)$ are considered as a function of temperature.

Equation (1) was solved for case of free heat exchange with the environment with the heat rejection coefficient. Equation (2) was solved according to boundary conditions

$$u^1=0, (X_1=L_1/2); u^2=0, (X_2=L_2/2),$$

$$\sigma_{ij}^E n_j = \bar{R}_i = 0, \quad (5)$$

on S_σ : {by $X_1=0$ or $X_1=L_1$ and by $X_2=0$ or $X_2=L_2$ },
 where L_1 and L_2 are the dimensions of the modeled sample along the axes X_1, X_2 , respectively.

The replacement of the continuous functions in equations (1), (2) by their finite differences leads to a set of algebraic equations for temperature $T_q^{(n+1)}$ and displacements Δu_q^k in the nodal points at each time-step:

$$\left\{ \left[\left(T_q^{(n+1)} \Delta_{iq} \right) \lambda_{ij} \left(\Delta_{jp} \right) \right] + C_\varepsilon T_p^{(n+1)} / (4\Delta t) \right\} \Delta V_p^{(n)} -$$

$$- \left\{ C_\varepsilon T_p^{(n)} / (4\Delta t) \right\} \Delta V_p^{(n)} - n_i \left(\lambda_{ij} \bar{G}_j \right)_p \Delta S_p^{(n)} +$$

$$+ \alpha \left(T_p^{(n+1)} - T_E^{(n+1)} \right)_p \Delta S_p^{(n)} = 0, \quad (6)$$

$$\left\{ \Delta u_q^k \left(\frac{\delta_{klq}^k}{2} \right) C_{ijkl}^* \left(\frac{\tilde{\delta}_{ijp}^\beta}{2} \right) + \left(\sigma_{ij}^E - \beta_{ij}^* \Delta T \right) \left(\frac{\tilde{\delta}_{ijp}^\beta}{2} \right) \right\} \Delta V_p^{(n)} -$$

$$- \left(\bar{P}_p^\beta + \Delta \bar{P}_p^\beta \right) \Delta V_p^{(n)} - \left(\bar{R}_p^\beta + \Delta \bar{R}_p^\beta \right) \Delta S_p^{(n)} = 0, \quad (7)$$

where Δ_{iq} is the finite-difference operator for the spatial derivatives, p is the number of the mesh cell; q is the number of the vertices in the cell, δ_{klp}^k and $\tilde{\delta}_{ijp}^\beta$ are the finite-difference operators for strain tensor components and their variations, $\Delta V_p^{(n)}$ boundary conditions allows investigation of processes of electron beam welding. To verify the developed numerical model, a number of well-known analytical and numerical solutions of heat conductivity problems and theory of plasticity was used. The comparison shows that in general the proposed model reflects correctly the basic laws of the studied welding processes.

One of the urgent problems is to study the processes of electron beam welding of dissimilar metals. For example the proposed mathematical model was used for calculation of phase transition processes and thermal stresses during electron beam welding of layered Al-Steel sample. Figure 1 shows the scheme for the modeled sample consisting of layers Al and Steel 20 and $\Delta S_p^{(n)}$ are the surface areas and the cell side length, respectively.

The transition from continuous models (1), (2) to the systems of variational-difference equations (6), (7) was described in more details in Refs. [11–16]. The solution of those equations under different initial and boundary conditions allows investigation of processes of electron beam welding. To verify the developed numerical model, a number of well-known analytical and numerical solutions of heat conductivity problems and theory of plasticity was used. The comparison shows that in general the proposed model reflects correctly the basic laws of the studied welding processes.

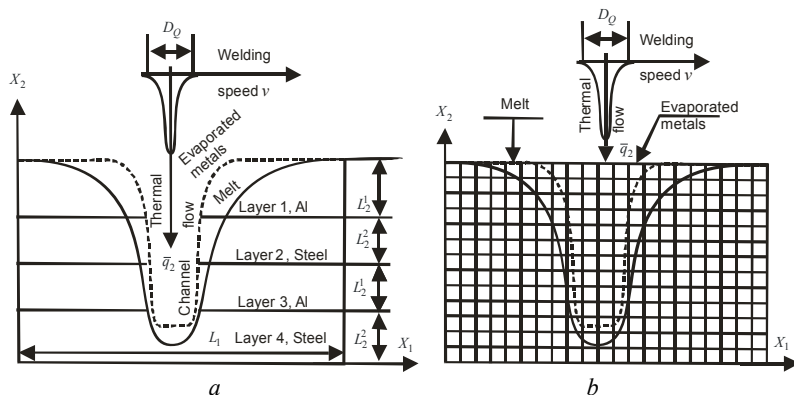


Fig. 1. Scheme of electron beam welding of layered sample (a) and calculation mesh (b)

As a result of modeling, it is found that the thermal stresses in the considered samples are observed in the thin zone near the channel boundaries. The depth of penetration channel depends on the alternation of dissimilar layers of welded materials and beam parameters.

The variational-difference method is developed in this work to numerical modeling of the processes of electron beam welding of dissimilar metals. The proposed model takes into account such features of the process as phase transitions at melting, evaporation and crystallization and their impact on the stress-strain state of the welded joint. In order to validate the model comparing of the numerical solutions with known solutions of the heat conductivity problems and thermoplasticity was performed. The numerical results are in good agreement with the known data.

REFERENCES

1. Reisgen U., Schleser M., Abdurakhmanov A. et al. Proceedings of the VII International scientific and technical Conference Beam technologies & Laser application. – Saint-Petersburg, 2013. – PP. 265–279.
2. Permyakov G.L., Olshanskaya T.V., Belenkiy V.Y. et al. // Life Science Journal. – 2014. – No. 11(4). – PP. 300–307.

3. Francis J.A., Kundu S., Bhadeshia H.K.D.H. et al. // Journal of Pressure Vessel Technology 131, 1–15 (2009).
4. Moat R.J., Stone H.J., Shirzadi A.A. et al. // Science and Technology of Welding and Joining 163, 279–284 (2011).
5. Onsoien M.I., Hamdi M.M. and Akselsen O.M. // Welding Journal. – 2010. – No. 89. – PP. 127–132 ().
6. Aleshin N.P., Gerasimov S.A., Puchkov Y.A. et al. Metal Science and Heat Treatment. – 2011. – No. 52 (9–10). – PP. 437–441.
7. Vashizu K. Variational Methods in Elasticity and Plasticity. – 1982. – Oxford, Pergamon Press.
8. Biot M.A. Variational principles in heat transfer: a unified Lagrangian analysis of dissipative phenomena. – 1970. – laredon Press.
9. Nowacki W. Theory of elasticity. – 1970. – Warsaw: PWN (In Polish).
10. Nowacki W. Thermoelasticity. – 1986 – Warsaw: PWN (In Polish).
11. Cherepanov O.I. Theoretical and applied fracture mechanics. – 1999. – No. 313. – PP. 189–202.
12. Cherepanov O.I., Smolin I.Yu., Stefanov Yu.P., Makarov P.V. // Computational Materials Science. – 1999. – No. 16. – PP. 25–31.
13. Krektuleva R.A., Cherepanov O.I. and Cherepanov R.O. Welding International. – 2013. – No. 277. – PP. 540–544.
14. Krektuleva R.A., Cherepanov O.I., Cherepanov R.O. Numerical investigation of residual thermal stresses in welded joints of heterogeneous steels with account of technological features of multi-pass welding // Applied Mathematical Modelling. – 2017. – No. 42. – PP. 244–256.
15. Cherepanov O.I. Numerical simulation of the plastic behaviour of materials allowing for descending branch of stress diagram // Phys. Mesomech. – 1999. – Vol. 2, № 1–2. – PP. 5–16.
16. Krektuleva R.A., Cherepanov O.I., Cherepanov R.O. Chislennoe modelirovanie termomexanicheskix processov v zone svarnogo shva plakirovannyx stalej na stadii ostyvaniya // Phys. Mesomech. – 2012. – Vol. 15, № 3. – PP. 71–78 (in russian).

PROBLEM OF INK EVAPORATION IN THE OPERATION OF MANUFACTURING PRODUCTS BY THE PLOTTERS PRINTED ELECTRONIC SYSTEMS

*A.E. Zdrok, postgraduate student at the Department of Design of Units
and Components for Radioelectronic Systems;*

A.M. Allanurov, engineer Special design bureau «Smena»

*Scientific adviser A. G. Loshchilov, head of the Department of Design of
Units and Components for Radioelectronic Systems, PhD,
Tomsk, TUSUR, kundedp@mail.ru*

The printing technology has several advantages in relation to the present decisions such as the opportunity to create products with any form, high technological effectiveness, low cost, use of a wide range of materials

[1, 2]. Traditionally, the main areas of printing technology application are manufacturing of organic solar batteries, printing of organic displays, including flexible base, OLED lighting, radio tags for systems of identification, sensors of physical quantities, memory sticks, flexible rechargeable batteries and others [3].

One of such methods is realized in plottery system of printing Gix Microplotter II of production of Sonoplot, the USA [4]. The printing element of a plotter is a capillary with some liquid on which sidewall the piezoelement is fixed. On the capillary tip under the vibration in the direction of a longitudinal axis the drop of ink is created. At the same time the contact of a meniscus of a drop with a substrate surface is provided, and relocation of the capillary on the given path leads to a lift-off of the drop and the formation of a printing figure.

The main lack of the considered plottery system is a change of concentration of the active agent in ink owing to solvent evaporation. This result turns out because printing is carried out from the open capillary, and the intake of the ink is executed from the open tank (for these purposes in the Gix Microplotter II system pads for PTsR-diagnostics are used).

The real operation aims at the analysis of this problem and the development of the method allowing to minimize the effect of evaporation of solutions in case of operation of the printing plotter systems.

Analysis of speed of evaporation. The equation for the calculation of the speed of evaporation for the liquids which are in open cylindrical tanks of small diameters [9] is known as the following:

$$V_z = \frac{k_t}{h} \cdot \ln \frac{P - \varphi \cdot P_s}{P - P_s}, \quad (1)$$

where h is the way of diffusion of vapors (distance from the surface of liquid to the free edge of the cylinder); k_t – is the diffusion factor of vapors at this temperature; P – is the air pressure; P_s – is the saturated vapor pressure; $\varphi \cdot P_s$ – is the pressure of vapors in air.

The equation (1) demonstrates that liquid evaporation speed (in approximation of static evaporation from capillary cylindrical tanks of small diameters) is inversely proportional to distance from the liquid level to the free edge of tank. It is necessary to mark that such dependence describes an idealized case which doesn't consider many effects taking place in practice, such as: dependence of diffusion factor of vapors on external pressure; dependence of speed of evaporation on the form of a tank; dependence of speed of evaporation on the form of a surface of liquid, etc.

Therefore for an impact assessment of unaccounted factors the following pilot studies were conducted. Two cylindrical tanks from the transparent glass were taken by diameters of 1 and 2 mm. The syringe was connected

through a flexible hose to one of the free ends of each tank. Then the tanks were filled with some test liquid. As the test liquid, toluene, as one of the most often applied organic solvents, was used. Then, capillaries were set opposite to the video camera lens. Video camera recorder change of position of level of liquid in a tank in some range of time.

Dependences of evaporation speed of the liquid on the provision of its level were calculated on the basis of the results. Similar calculations were carried out with the use of equation (1). The received theoretical and experimental dependences are given in Fig. 1.

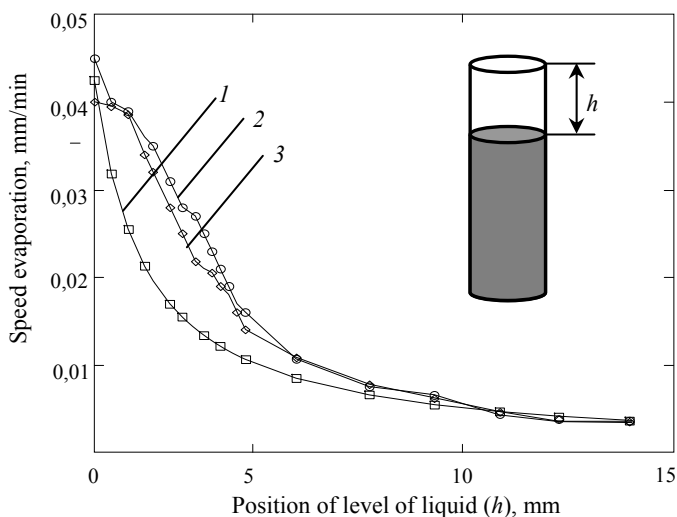


Fig. 1. Dependences of speed of evaporation of a toluene on the provision of level of liquid in a basin: 1 – theoretical dependence; 2 – the experimental dependence (diameter of a tank of 1 mm); 3 – the experimental dependence (diameter of a tank of 2 mm)

It was set that the experimental dependences of the speed of evaporation received for tanks with a diameter of 1 and 2 mm differ from theoretical dependence (1) no more than for 10% in case the provision of the liquid level of the exposed edge of a cuvette of 7 mm and more. At the same time in case the position of the liquid level of 12 mm and more than a speed of evaporation decreases as many as 10 times in relation to the mode in case of which the cuvette is filled completely. It follows from that of the reduction of intensity of evaporation is expedient to the support between the operations of replenishment of the printing head of the plottery system toluene solution level in the tank at some optimum distance.

It is offered to modify the plotter system, having added an automated cuvette. At the same time the algorithm of functioning of the modified installation of GIX Microplotter II takes the following form:

- 1) the capillary of a plotter moves to a cuvette with ink;
- 2) by means of the dispenser the level of ink in a cuvette rises to the upper edge, the capillary falls to a cuvette;
- 3) under the influence of the capillary effect there is a filling with a capillary of the plotter liquid then the capillary rises;
- 4) by means of the dispenser the level of ink in a cuvette falls to the situation providing the smallest evaporation, the capillary moves to print area;
- 5) the printing is carried out;
- 6) return to a step 1, if necessary.

Conclusion. In this operation the method and the device allowing to reduce intensity of evaporation of ink in case of operation of the plottery system of printing is offered. Certainly, the offered approach does not exclude the use of other mechanisms of the reduction of the intensity of evaporation, such as: the change of the chemical composition of solvents, the use of temperature mechanisms of controlling the parameters of liquids, etc. These measures can be considered as additional ones and will allow to provide still big stability of parameters of solutions.

REFERENCES

1. *Savastano D.* Printed Electronics USA 09. – URL: <http://www.printedelectronicsnow.com/articles/2009/12/printed-electronics-usa-09-covers-gamut-of-pe> (19.05.2014).
2. *MacKenzie J. Devin.* Flexible OLEDs: print-based manufacturing, devices and applications. – URL: <http://www.cdtltd.co.uk/pdf/add-vision-printed-electronics-usa.pdf> (19.05.2014).
3. *Kantola V., Kulovesi J., Lahti L., Lin R., Zavodchikova M., Coatanee E.* Printed Electronics, Now and Future. – Helsinki University Print. – 2009.
4. *GIX Microplotter II.* – URL: <http://www.sonoplot.com/products/gix-microplotter-ii> (19.05.14/)

CLEAVAGE OF INFORMATION SOCIETY

S.I. Kondrashov, graduate student, Economics Department

Scientific adviser M.V. Ryzhkova, Head of Economics Department,

Ph.D. in Economics

Tomsk, TUSUR, kondrashovstanislav@gmail.com, marybox@main.tusur.ru

Having entered new information age humanity faces inexplicable changes in economics, psychology, culture and other areas of public activity. The society where these changes happen becomes information society.

Meaning of information society is difficult to understand by intuition. The meaning of the term must be identified taking to consideration the fact that it means much more than just society with information technologies. First attempts to define the term were made in 1960-s by scientists from Japan and the USA.

Transition to new type of society reveals some problems, which must be solved. One of the problems is the fear of future changes happening to a man in new information society.

It's also necessary to define modern tendencies in developing of the information society theory.

The theory of information society appeared as a result of postindustrial theory developing. Three types of society were underlined in postindustrial theory: pre-industrial, industrial and post-industrial types of society. According to one of the first definitions, the society is called industrial when goods production becomes less important than services production. Researches, education system development and theoretical studying become the source of technology introduction [1].

The information society means the society where introduction of computer technology processes gives opportunities for free access to any information sources, elimination of routine work and automating processes of production. The production becomes more information capacious, which means increasing the share of innovation products, design and engineering works and share of marketing in price of products. Production of information products is the foundation of normal society development [2].

The information society is an evolving structure, which shows different stages of society development in various countries. Technological progress is the main part of the structure [3].

In this way, technological progress is the main reason for information society development, but the most important are information and communication technologies (ICT). Concerning this the biggest part of modern researches are aimed at studying of selected technologies and their role in the modern world.

Getting certain benefits is a primary goal when describing various advantages of using ICT in particular conditions. It gives very narrow understanding of ICT but does not explain how ICT will affect society. The ICT is considered effective when it is capable of making some processes faster and easier. That is explained by the economic point of view. At the same time cultural, geopolitical, epistemological and others changes which are possible after using a certain ICT are not taken into consideration. For instance, scientific and analytical magazine «Information society» has provided 100 publications about information society from 2014 and only 15%

of them were considering global issues (all publications of 2014, 2015, 2016 were calculated) [4]. It leads to unexpected results of ICT using that could be issue for all societies.

Besides, the differences between countries in technological development lead to communication difficulties. Furthermore, the population of one country becomes stratified: one part of society accepts new information technology but the other part being conservative rejects ICT which leads to «the shock» of the future [5].

Accurate and comprehensive research of technologies may become the possible way to solve this problem. It's very important that this research should be oriented onto implementation phase rather than that of development. Analysis of miscellaneous possible consequences from using technologies can provide the view of their influence on social, economic and cultural development of countries worldwide.

«Cleavage» of information society represents dualistic sense. On the one hand, developed society appears to be information society but developing society does not. On the other hand, modern tendencies of information society theory are divided into two large areas: studying of information and communication technologies and the impact of information society on other aspects of life.

Some conflicts appear when information and non-information society collide that can be one of many reasons for fear of expected future. Softer and planned systems of technology implementation may become affordable way to resolve this problem.

With defining the concept of information society more accurate representation of its limits appears. Thus, in its general sense, information society is the society which successfully integrated information and communication technologies in order to make human life easier and faster.

REFERENCES

1. *Bell D.* The Coming of Post-Industrial Society: A venture of Social Forecasting / Translation from English. – M.: Academia, 1999. –288 p.
2. *Masuda Y.* The Information Society as Postindustrial Society. – Wash. World Future Soc., 1983. – 29 p.
3. *Geneva Plan of Action.* Document WSIS-03/GENEVA/DOC/5-R // World summit on the information society. – Geneva, 12 December 2003.
4. Информационное общество. – <http://www.infosoc.iis.ru> – scientific and analytical magazine
5. *Toffler A.* Future Shock / Translation from English. – M.: ACT, 2004. – 557 p.

FORMALIZATION OF LOW STRUCTURED PHYSICS AND TECHNICS PROBLEMS FOR COMPUTER MODELING AND SIMULATION

*M.I. Kochergin, postgraduate student, assistant of the Department of
Modeling and System Analysis*

*Scientific adviser V.M. Dmitriev, Head of the Department of Modeling and
System Analysis*

Tomsk, TUSUR, max24kochergin@gmail.com

Computer modeling plays an important role in research works in the fields of physics and technics. Also, modeling opens up broad opportunities for the study of the properties of various systems as well as prediction of their behavior and for conducting computational experiments. The previous step of solving a problem before modeling is formalization of a procedure of representing an object in the form of a formal system (often in the mathematical form) suitable for modeling or simulation. Also it can be required to transform the model into the canonical form of the chosen method of modeling (for example, the method of component circuits [1]).

Classification of problems. Physics and technics problems can be divided into 2 groups according to their initial representation:

1) problems with high-structured initial data (HSID), which are represented in a nearly formal system (all elements of a problem and their relations are clearly shown and known), for example, problems represented in the form of functional diagrams or drawings (hydraulics, electrical problems etc.);

2) problems with low-structured initial data (LSID), in which the structure of a problem is hidden or set implicitly (such problems are often presented in a natural language – in the form of a text), for example, physics problems of kinematics and dynamics. In solving problems with LSID it is difficult to find the significant elements, factors and criteria. Therefore, it is impossible to determine the composition and the final form of the components of the problem beforehand.

In addition to the classification above, problems of physics and technics can be classified according to completeness of their presentations' content:

- 1) problems with missing data;
- 2) problems with sufficient data;
- 3) problems with redundant data.

Because of the need of modeling physics and technics problems with LSID and redundant or missing data, the development of the tools of formalization of physics and technics problems is essential [2]. Automation of

the procedure of formalization allows a researcher to focus on modeling and further researches rather than on data pre-processing. Also, it can eliminate the redundant data from the problem's representation and can add missing data if it is needed. Such tool can be used even in teaching modeling.

The examples of problems with HSID and LSID. Here we present the examples of physics problems of kinematics with LSID and HSID:

1. The problem with LSID: «A car leaves Krasnoyarsk to reach Tomsk with a constant velocity of 90 km/h. At the same time a truck leaves Tomsk to reach Krasnoyarsk with a constant velocity of 60 km/h. The distance between Tomsk and Krasnoyarsk is 600 km. It is needed to find the time when the vehicles meet».

2. The problem with HSID: «Material point #1 is moving uniformly from point A to point B with velocity $v_1 = 90$ km/h, at the same time ($t_{10} = t_{20}$) material point #2 is moving from point B to point A with velocity $v_2 = 60$ km/h. Distance $S = 300$ km. Find $t = t_{1k} = t_{2k}$ ».

Formalization of low-structured problems. Formalization of low-structured problems of technics and physics with LSID includes application of the method of multi-aspect analysis and is performed in 3 stages:

1. Finding objects and determining the set of their properties/parameters (procedure of parameterization); classifying the object models (which are physical laws describing the behavior of objects in a certain interval of time).

2. Identifying inter-object communications (relationship models – mathematical laws describing the relationships between the objects or their parameters in the problem). The following types of relationships can be distinguished:

a. Topological relationships, which specify the structure of an object interconnections imposing restrictions on the objects variables in the form of topological laws.

b. Physical relations are the set of physical laws, processes or effects linking the parameters and variables of the problem.

c. Mathematical relationships (except geometric ones), which include arithmetic, algebraic and other ratios imposed on the variables (parameters of objects).

d. Geometric relationships, which are given in the algebraic form of relations of geometric figures in the plane or in the space.

e. Algorithmic relationships – algorithms or restrictions that define the previously established relationships between variables in the problem and describing a logical (as opposed to physical) object behavior.

3. Presenting the structure of a problem in the form of a behavior chart or state machine diagrams (in the UML).

After formalization of a problem the construction of its computer model starts.

Automation of formalization procedure. The procedure of the formalization of physical and technical tasks can be automated. Based on the obtained formal representation of a problem, its computer model can be automatically constructed in the format of the method of component circuits. The development of these algorithms requires involvement of the information extraction techniques and the use of the knowledge base of concrete domain knowledge (for example, hydraulics), which the object under study refers to. Below we describe the functional units of the computer program which correspond to the steps of the algorithm of automated formalization of a physics and technics problem.

1. The text analyzer (for semantic tagging of the text of a problem).
2. The problem structurer (for extracting information about objects and their parameters from the tagged text of the problem, i.e. forming the problem structure, which contains formal information about interacting objects and their parameters with determining only their logical behavior).
3. The classifier of the object models (for classifying the physical behavior of the object based on the set of its parameters and determining the degree of detail of the model).
4. The identifier of the relationship models (for the mathematical representation of the inter-objects relations).
5. The builder of the computer model (for automatic formation of the computer model of the problem).

Conclusion. Physics and technics problems with low-structured initial data are characterized by the implicit or hidden information representation about objects and inter-objects relations. Besides, such problems may not contain the required data or contain redundant data. Transforming such problems into the form, suitable for modeling and simulation, requires carrying out their formalization, which can be automated and be an interactive process. The purpose of such automation is disciplining actions of a user and focusing his work directly on the modeling, rather than on preparations.

REFERENCES

1. Dmitriev V.M., Arays L.A., Shutenkov A.V. Automation of simulation of industrial robots. – M.: Mashinostroenie, 1995. – 304 p. (in Russian)
2. Kochergin M.I., Kochergina K.S. The formalization of text conditions in physics problems // Proceedings of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics. – 2016. – №1 (19). – P. 65–68. (in Russian)
3. Dmitriev V.M., Filippov A.Yu., Sharova O.N. The method of multi-aspect analysis as a formalization of physics tasks // Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. Series «Information Science and Information Education». – 2005. – №4. – P. 60–66. (in Russian)

BASIC IMAGE PROCESSING EXAMPLES WITH THE USE OF DIVILAB SOFTWARE

N.Y. Krutovskaya, postgraduate student

Department of Television and Control, n-krutovskaya@mail.ru

The problem of choosing digital image processing software arises while studying video technologies. Some certain tools for the analysis of developed filters are also needed. In this paper the future of the software DiViLab as a tool for processing video data and as a tool for training professions related to video information technologies is described. Some basic implementations of digital image processing algorithms are reviewed.

Current progress in video information technologies leads to some higher requirements to specialists of video data analysis. Some appropriate tools are also required.

The main goal of such tools is to simplify the theoretical models and their practical use. The further goal is to help in research and assist junior developers in complicated process of development. Thus, main desired tool functions are the following:

- covering of the main themes of transmission, processing and analysis of video data;
- flexibility at practical classes and laboratory works;
- ability to investigate the algorithms and software development techniques;
- simplification of experimental data gathering and visualization;
- possibility to use modern video data processing technologies.

DiViLab software satisfies all listed requirements and easily adapts to the number of tasks. Practical use of DiViLab confirmed its usefulness in the process of its study.

Main features and possibilities of DiViLab software are the following:

- video data storage with fast navigation;
- various video image display and time scale modes;
- graphical user interface for the development of the new software modules, including training engineers;
- collection of ready-to-use video processing algorithm implementations;
- graphical user interface to control filter parameters, such as region of interest selection and video sequence cutting;
- visualization of text and graphical information with a particular file, frame or algorithm binding;
- the most popular file formats and video codecs support.

A sample project template is written with C++ language. Modules development is conducted using C/C++ languages.

Project template structure is presented in Fig. 1.

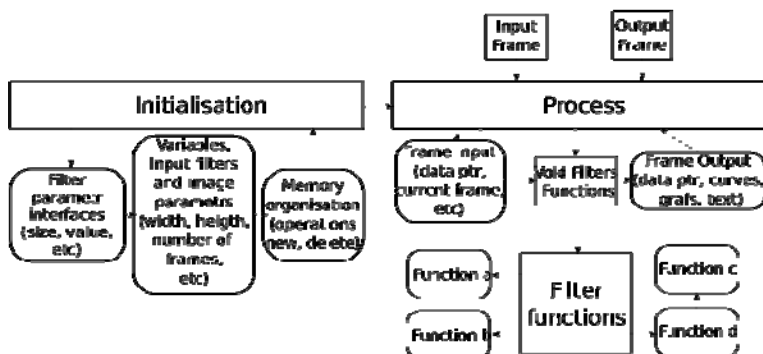


Fig. 1. Project template structure

For example, let us review some basic image processing algorithm implementations, such as:

- constructing of histogram for gray levels of the image;
- linear filtration in a spatial domain;
- amplitude spectrum visualization with the use of two-dimensional discrete Fourier transform.

Histograms of gray levels. Histograms are the basis for numerous techniques of spatial domain processing. The histogram of the digital image with gray levels in the range $[0, L - 1]$ is a discrete function $h(r_k) = n_k$, where r_k is k_{th} gray level and n_k is a number of pixels in the image having gray level r_k . Histograms are simple to calculate with computing software, thus making them a popular tool for real-time image processing [3]. Figure 2 shows a structure of the filter of a histogram gray levels.

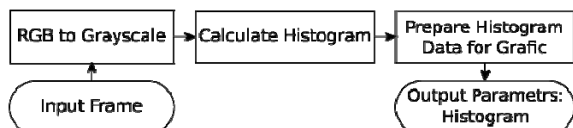


Fig. 2. Structure of the filter of a histogram gray levels

Figure 3 shows a histograms gray levels (a) from ϕ single gray scale image (b). Histograms are calculated using DiViLab software.

The example of spatial filtering. Some neighborhood operations work with the values of the image pixels in the neighborhood and the corresponding values of a subimage that has the same dimensions as the neighborhood ones. The subimage is called a filter, mask, kernel, template,

or, window, with the three terms (filter, mask, kernel) being the most prevalent terminology. The values in the filter subimage are referred to as coefficients, rather than pixels. The process consists of simple moving of the filter mask from point to point in an image. At each point (x, y) , the response is given by a sum of products of the filter coefficients and the corresponding image pixels in the area spanned by the filter mask. For the 3×3 mask shown in Fig. 3, the response, R , of linear filtering with the filter mask at a point (x, y) in the image is $R = w(-1, -1)f(x - 1, y - 1) + w(-1, 0)f(x - 1, y) + \dots + w(0, 0)f(x, y) + \dots + w(1, 0)f(x + 1, y) + w(1, 1)f(x + 1, y + 1)$, which we understand as is the sum of products of the mask coefficients and corresponding pixels directly under the mask [4].

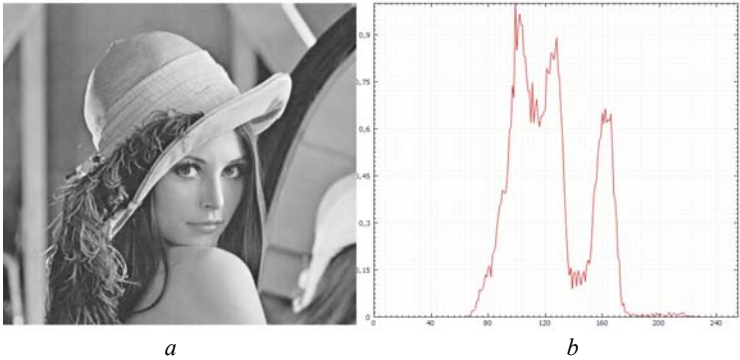


Fig. 3. Grayscale image «Lena» (a), Histogram (b)

Figure 4 shows the structure of spatial filtering using mask.

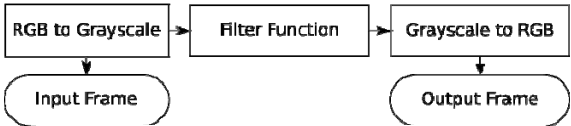


Fig. 4. Structure filter of spatial filtering using mask



Figure 5 shows the result of filtering with 3×3 mask Laplasian. The grayscale source image is shown in Fig. 3, a.

Fig. 5. Mask Laplasian result

Example 2DFFT algorithms visualization. An important part of image processing is frequency domain filtering. Fourier transform is needed for this operation. For digital images discrete Fourier transform is used. Filter interface allows one to use some third-party libraries, such as the FFT library [5].

Figure 6 shows scheme of the filter of discrete Fourier transform.

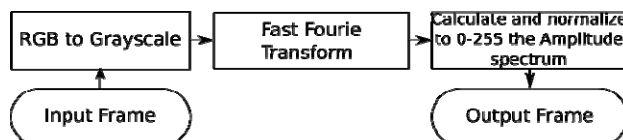


Fig. 6. Structure of the filter of discrete Fourier transform

The picture shows (Fig. 7) the amplitude spectrum of the original image (Fig. 3, *a*)

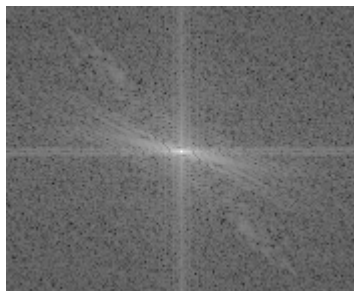


Fig. 7. The amplitude spectrum 2D discrete Fourier transform

The examples presented in the paper are only a small part of all the possibilities of DiViLab application. More interesting and complex algorithms of digital image processing can be created with DiViLab software.

REFERENCES

1. Rudnikov A., Krutovskaya N. Education in video information technologies using DiViLab software // Modern education: advanced training in the higher professional education: Materials of the International Scientific and Methodological conference. – January 26–27, 2017. – Russia, Tomsk. – Tomsk: Publishing Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2017. – PP. 184–185.
2. Zaytseva E.V., Kuryachy M.I., Pustynsky I.N. Training masters in accordance with the program «Video information technologies and digital television» // Modern education: the problems of interrelating educational and professional standards: Materials of the International Scientific and Methodological conference. – January, 2016. – Russia, Tomsk. – Tomsk: Publishing Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2016. – PP. 132–134.

3. Gonzalez R.C., Woods R.E. Digital Image Processing. – 2-e, Published by Pearson Education. – Inc, Publishing as Prentice Hall, 2002. – 88 p.
4. Gonzalez R.C., Woods R.E. Digital Image Processing. – 2-e, Published by Pearson Education. – Inc, Publishing as Prentice Hall, 2002. – PP. 116–118.
5. *Library* for computing the discrete Fourier transform (DFT). – [http://www.fftw.org //date 27.02.2017](http://www.fftw.org//date 27.02.2017).

HORN ANTENNAS: HISTORY AND APPLICATION

P.D. Kuroptev, post-graduate student; V.V. Levyakov, student;

A.V. Fateev, associate professor, Ph.D.

*Department of Microwave and Quantum Radio Engineering
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk,
kuroptevpasha@mail.ru*

Antenna engineering has come a long and complicated way since A.S. Popov invented radio. Exploration of new frequency bands, progress in microwave technology generated modernization of old and creation of new antenna devices. During the development antennas became more sophisticated, essentially new types with some extended functions have appeared. The antenna is often transformed from a simple device into the complex dynamic systems that contain in most cases hundreds and thousands of different elements [1].

Nowadays broadband signals are used in radio links to provide high-speed transmission, interference immunity of a radio link and electromagnetic compatibility in a frequency band. Broadband signals in radio detection and location provide satisfactory detailing of the radar images, necessary for the recognition and selection of the objects from background. As antenna is one of the major elements of such systems, the development of broadband and ultra-broadband antenna systems is very relevant [2].

Horn antennas are the ones of the simplest broadband antennas. This kind of antennas provides high gain and directivity performance, easy excitation, relatively simple construction and high peak power metal handling capability [3]. They are used for standard radio frequency antenna measurements, EMC testing, radar, detection and communication systems.

History of development. Electromagnetic technology is relatively new and modern direction. First experiments with horns in electromagnetism were made more than 120 years ago. In 1984 Oliver Lodge demonstrated microwave waveguide transmission lines. To get a horn antenna there needed a one simple step that was made by Jagadish Chandra Bose. Proposed by Bose circular horn with waveguide operated in the millimeter wave range and ignited powder at a distance during his experiments in Cal-

cutta. These experiments made Bose the father of this type of antenna and millimeter wave technology. Moreover, he performed some measurements in the 60 GHz range which is becoming popular nowadays with the advent of Wireless HD technologies and industry standards such as IEEE 802.15.3c for Personal Area Networks [4].

Many of 1890-s ideas such as parabolic reflectors, waveguides and horn antennas were faded away. By the beginning of XX century experiments with horns were discontinued and resumed only in 1930-s in decimeter and centimeter range.

The beginning of World War II led to the surge in microwave antenna development. Horn was the ideal device for being used at frequencies, which were prevalent at that time. Different rectangular waveguides were used in engineering, for example, on submarines. The waveguide was flared creating the popular and common pyramidal horn shape. To improve horn parameters some methods were used which included dielectric lenses. This design was not entirely new because Bose and other developers had already carried out similar research [4].

One of the disadvantages of horn antennas is their large sizes. Being moved to the millimeter range, horns become very large. A high gain horn antenna operating in the 150 MHz can be up to 5 meters. However large antennas are used sometimes – horn «Big Ear» was used at the early stages of radioastronomy. Another disadvantage is their limited frequency band. To extend the maximum usable band of horns two ridges are built in on *H*-flares of the flared horn section. The ridges are designed in such a way to achieve a good match to the aperture by extending the ridges taper as flares outward from coaxial connector to the aperture [3].

Modern double-ridged horn antennas (DRHA) were introduced about 40 years ago by J. Kerr [5]. Since the beginning of the XXI century series of improvements have been made including special waveguide design, flared horn section without *E*-plane walls and new profile of the ridges as it is shown in Fig. 1. This horn is ultra-broadband and of a small size.

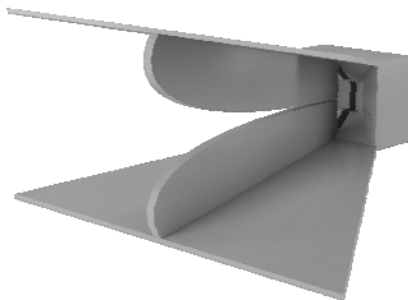


Fig. 1. DRHA

Despite the large number of good qualities of DRHA, they have some other disadvantages in radiation pattern at upper end, voltage standing wave ratio and gain at lower end of the band. Thus, it can be concluded that the DRHA is not ideal and requires completion [6].

Material technology is going to push, new design of waveguide and ridges, corrugation of *H*-flares, dielectric lens and other ideas will lead to the creation of a new DRHA that can replace up to three foreign models and can be suitable for human progress.

REFERENCES

1. *Slusar V.I.* Antenna: the history of radio engineering term // Last mile. Electronics Journal. – 2011. – Vol. 6. – PP. 52–64. (In Russian).
2. *Varentsov E.L., Danilov A.A., Illarionov I.A., Kashin A.V.* Investigation of radiation properties of double ridged horn antenna // – Antennas Journal. – 2010. – Vol. 7 (158). – PP. 33–37 (In Russian).
3. *Volakis J.L.* Antenna engineering handbook. 4th edition. – NY: McGraw-Hill. – 2007.
4. *Rodriguez V.* A brief history of horns: From early history to latest developments // IN Compliance. – 2010. – Vol. 10. – PP. 2–4.
5. *Kerr J.L.* Short axial length broadband horns // IEEE Trans. Antennas Propagat. – 1973. – Vol. 21, no. 5. – PP. 710–714.
6. *Kuroptev P.D., Levyakov V.V., Fateev A.V.* The broadband horn antenna 0,8–30 GHz range // Proceedings of TUSUR University. – 2016. – No. 2 (19). – PP. 23–27 (In Russian).

SOFTWARE FOR COMPILING ADVERTISING MESSAGES (LOW-BUDGET TECHNIQUES FOR ADVERTISING)

E.K. Malakhovskaya, Assistant Lecturer,

Department of Data Processing Automation

*Scientific supervisor Y.P.Ehlakov, Doctor of Engineering, Professor
Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
elena_tusur@mail.ru*

One must admit that as of June 2016 two global leaders in app sales, namely Google Play and Apple's App Store, offered 2.2 million apps each [1]. What developers need to do to sell mobile apps?

A well known slogan is: «the medium is the message». The combination of Internet-media and messages can strengthen the effects of communication. Or weaken it!

Here we will propose a general Software Model that will work to describe the communication message in each case.

We live in a world in which mobile devices have become an integral part of our lives. Experts emphasize that by 2018, over a third of the world's population is projected to own a smartphone, an estimated total of almost 2.6 billion smartphone users in the world. People use them at work, at home and everywhere in between to stay connected to the world around us.

Mobile apps are software applications designed to run on smartphones, tablets and other mobile devices. Mobile apps are main tool for reading the news, watching television, communicating, socializing, shopping, making decisions, navigating etc. By 2020, mobile apps are forecasted to generate around 189 billion U.S. dollars in revenues via app stores and in-app advertising [2].

The market for mobile app development studios is huge and varied, ranging from corporate giants to smaller IT-groups.

Corporate IT-giants produce a wide variety of mobile applications to order (B2B model). They provide additional services, such as auditing, promotion, advertising and other. According to the site research [3-6] the average development cost is between RUB 150000 and 300000. One should note here that the company employs professional managers, software designers, marketing experts, to ensure the modern approach to high-quality app. They have a large budget so they can apply to the advertising agencies.

On the other hand, **small IT-companies** appear on the market that are planning or realizing development of mobile applications [7]. Many types of software solution allow people to start development of mobile applications quickly and easily without special programming skills. Many of them develop apps for themselves (C2C model) [7].

However, small IT-businesses do not have a large budget to dedicate to marketing or promotional events. «Starting your own IT company is a worthwhile endeavor, but it can often be difficult to advertise. You will be faced with an overwhelming amount of competition, as the web is full of other similar startups. You need something that can give you a distinct advantage, a memorable feature that will never cease to impress both your customers and your niche rivals», according to WordPress Themes for IT Companies and Tech Startups 2017 [8].

Often developers lack some competence and knowledge for further business development and a successful advertising campaign to promote their mobile apps. The aim of the present study the present study aims to help to help small IT-groups to promote their mobile applications

We created a simple web-guide to marketing, sales and advertising specifically for small IT-groups. It contains tips [9, 10] on how to use low-budget PR and marketing tools [11] for non-marketing managers as well as marketing and advertising professionals. This makes marketing and advertising simple and automated.

We propose to use:

- the Internet as a channel of communication between sellers (developers) and buyers (potential users);
- special templates to create a communication message;
- modern marketing knowledge to build a knowledge base.

From these statements, **we are developing a special software**. This software can help to design ads for individual Internet-media so that small IT-groups can get the most effective advertising in each market.

We will propose a general model that will work to describe the communication message in each case.

First of all, this process begins with the knowledge of generation process, i.e. establishing communication goals, customer types, and communication platform types (medium), etc. This first phase basically consists of collecting, selecting and evaluating information and finally deciding on what seems to be most appropriate [12].

In the second phase, the product is generated, i.e. specific messages are created for each medium (social networks, blogs, news feeds, webpage, etc.) [12].

These discussions have helped to identify several problems, as well as the ways and the means to overcome them. In short, our research and software will help small IT-groups to save time and money, and to increase brand development.

REFERENCES

1. *Analitika*: Google Play oboshol App Store po chislu prilozheniy v 2014 godu [Analytics: GooglePlay was ahead AppStore on the number of applications in 2014] Available at: <http://www.3dnews.ru/908131> (accessed 15 January 2016) (In Russian).
2. *Statistics* and facts about mobile app usage. Available at: <https://www.statista.com/topics/1002/mobile-app-usage/> (accessed 15 February 2017).
3. *Uslugi i tseny* [Services and prices] Available at: <http://www.appsgroup.ru/index.php/article/view/4/> (accessed 16 September 2015) (In Russian).
4. *Razrabotka mobil'nykh prilozheniy i web-saytov* [The development of mobile applications and web-sites] Available at: <http://punicapp.com> (accessed 06 September 2015) (In Russian).
5. *Razrabotka mobil'nykh prilozheniy* [Mobile Application Development] Available at: <http://just-apps.ru/> (accessed 16 September 2015) (In Russian).
6. *Stoimost' razrabotki mobil'nogo prilozheniya* [The cost of mobile application development] Available at: <http://optimus-labs.ru/appsprices/> (accessed 16 September 2015) (In Russian).
7. *Klaster po razrabotke tirazhiruyemogo programmogo obespecheniya* [The cluster for the development of commercial software]. Available at: <http://old.leonidvolkov.ru/projects/cluster/> (accessed 28 January 2017) (In Russian).

8. 30+ WordPress Themes for IT Companies and Tech Startups 2017. Available at: <https://colorlib.com/wp/it-company-wordpress-themes/> (accessed 20 January 2017).

9. Tretyakova T.S. Development of a complex of marketing communications of small businesses based on low-budget marketing technology // Problemy sovremennoy ekonomiki [The problems of the modern economy]. – 2011. – No. 1. – PP. 153–156 (In Russian).

10. Mann I.B. Bez byudzhet. 57 effektivnykh priyemov marketinga [Without a budget. 57 effective marketing techniques]. – M., 2009. – 306 p. (In Russian).

11. Kuznetsova Ye.Yu., Shuyantseva N. Guerrilla Marketing as a method of «low-budget» progress in the system of modern enterprise management competitiveness // Materialy III mezhdunar. nauch. konf «Ekonomika, upravleniye, finansy». – Perm, 2014. – PP. 118–120 (In Russian).

12. Knowledge and documentation needs in the development of advertising campaigns. – Num. 6, 2008.

INVESTIGATION OF ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF THERMOELECTRICAL POWER SOURCES

I.I. Obach, Department of Innovation Management, postgraduate student,

***A.A. Abouellail, Department of Industrial and Medical Electronics,
postgraduate student***

*Scientific supervisor A.I. Soldatov, Professor, Department of Innovation
Management, Associate Professor
Toms, TUSUR, obachigor@gmail.com*

The thermoelectric method is widely used in non-destructive testing of metals and alloys. However, unreliable results are often obtained due to the heterogeneity and roughness of the surface, that leads to a multipoint contact. The impact of the surface quality was investigated and the results are presented further in this paper [1]. Multipoint contact results in equivalent circuits of parallel connection of several thermocouples that have different characteristics due to local fluctuations of the chemical composition of the metal or alloy.

In order to take into account the impact of the thermocouples on the inspection results, it is necessary to study their characteristics. According to the carried out literature reviews, studies of the thermocouples characteristics have not been conducted until today. Taking account of these characteristics and the degree of influence of the above factors will significantly improve the technical characteristics of thermoelectric inspection devices.

In this study we have investigated the characteristics of several parallel thermocouples in the range of 160–400 °C degrees. We investigated the

characteristics of the following thermocouples: Chromel-Alumel, Nichrome-Constantan separately and when both were connected in parallel.

The block diagram of the experimental setup is shown in Fig. 1. It consists of:

- 1) heat chamber;
- 2) thermocouples (Chromel-Alumel & Nichrome-Constantan);
- 3) load Resistance (nominal value of 1, 5.2, 10, 100, 1000 Ω , 10 k Ω);
- 4) measuring instruments (voltmeter and ammeter).

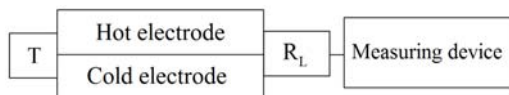


Fig. 1. Block diagram of the experimental setup

Schematic diagram of the experimental setup is shown in Fig. 2.

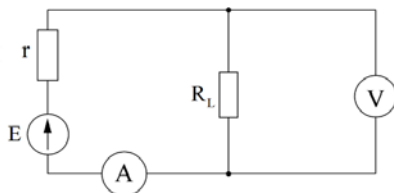


Fig. 2. Schematic diagram of the experimental setup, where E is the thermoelectric power source, r is internal resistance and R_L is the load resistance

The thermocouple is presented in Fig. 2 as a voltage source E with an internal resistance r . The thermocouples Nichrome-Constantan and Chromel-Alumel were alternately put in a heat chamber at the temperature of 160–400 °C. The voltage drop across the load resistance R_L was carefully measured.

The measurements were performed in single and parallel connections of thermocouples with load resistance R_L of nominal values (1, 5.2, 10, 100, 1000 Ω , 10 k Ω). The calculations of the thermoelectric power, internal resistance r , flowing current in the circuit I , and maximum electric power P were carried out later.

Within this article, the investigation of the electrical characteristics of two thermocouples in parallel connection was conducted to study the effect of multi-point contact between the sensing thermocouple electrodes and the inspected sample in thermoelectric inspection devices.

The investigation of the parallel thermocouples connection was conducted. Therefore, it became clear that thermocouples when connected in parallel, values of the internal resistance, electric power and thermoelectric

power are equivalent to the average values of thermocouples Chromel-Alumel and Nichrome-Constantan when each connected alone.

It has also been found experimentally that the most optimal load resistance for thermocouples is equal to $1\ \Omega$. This resistance satisfies the condition $r = R_L$, and consequently the electric power of the thermocouple is the highest. The choice of this resistance will improve the measurement accuracy of thermoelectric inspection devices.

REFERENCES

1. *Soldatov A.A.* Hardware-software complex for control of plastically deformed metals differential thermoelectric method. – Tomsk: TPU, 2014. – 155 c.
2. *Oldham Kalil T. Swain* (2008). The doctrine of description: Gustav Kirchhoff, classical physics, and the «purpose of all science» in 19th-century Germany (Ph. D.). – University of California, Berkeley. – 52 p.
3. *Croft Terrell; Summers Wilford I.* (1987). American Electricians' Handbook (Eleventh ed.). – New York: McGraw Hill. – 0-07-013932-6.

APPROACHES TO DEVELOPMENT OF BEHAVIORAL MODELS OF SEMICONDUCTOR ETCHING PROCESS

*A.A. Popov, D.V. Bilevich, T.Y. Sidoryuk, students;
A.S. Salnikov, Associate Professor of the Department
of Physical Electronics, PhD.*

*Tomsk, State University of Control Systems and Radioelectronics
part.94@yandex.ru*

The possibility and principles of using multivariate linear regression and artificial neural networks for modelling plasma-chemical etching process of deep trench etching in silicon substrate are considered. Accurate and robust models based on multivariate linear regression and artificial neural networks were developed in order to predict the trench depth.

The modern semiconductor manufacturing processes are extremely sophisticated. To ensure high stability and high production yield, accurate process control is required. However, there can be over dozens of parameters in conventional semiconductor process. Virtual Metrology (VM) techniques have been developed as a solution for advanced process modeling. It enables to predict the metrology measurement based on production equipment data and previous metrology results.

Multivariate linear regression (MVR) is a statistical method, which can be used to develop a quantitative linear model that predicts a relationship between input factors and a given response.

In case of nonlinear relationships between factors and given response, advanced modeling techniques are required. Artificial neural networks (ANN) are the state of the art modeling methods for nonlinear applications. Because of their inherent learning capability and robustness, ANNs are used to solve problems that have not still been handled by other traditional methods. Artificial neural networks are capable of performing highly complex mapping on noisy and nonlinear experimental data, establishing fine relationships between diverse sets of input and output parameters. An ANN consists of several layers of simple processing elements called «neurons». The information relevant to input-output mappings is stored in the weights of the connections between neurons.

At the first stage of our research we developed the physical-technological model of plasma-chemical etching process of deep trenches in the silicon substrate. This model allows to obtain experimental data consisting of process parameters (factors) and given response (trench depth) upon which behavioral models are based. This approach enables to reduce time for building behavioral model as far as there are no residuals in experimental data and it is unnecessary to reduce the dimension of the problem. We selected 5 process parameters which have the most significant effect on trench depth. In the experiment we changed the values of these parameters and measured the depth of the trench. Etching profiles under different values of process parameters are presented in Fig. 1.

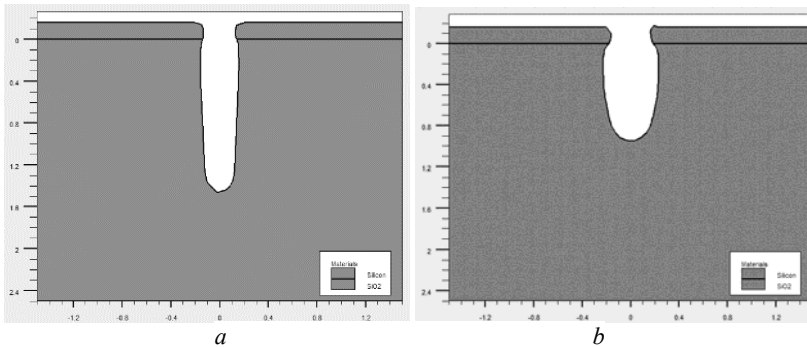


Fig. 1. Trench etching profiles under pressure: $a - 62$ mTorr; $b - 145$ mTorr

The matrix of input factors X and the matrix of corresponding trench depth Y were composed after 200 experimental runs. These matrices were divided into two data sets (training and test sets), each of which contained 100 observations.

In order to build a regression model we used the approach, described in [2]. For the test set, regression coefficients were calculated. For the nonlin-

ear model building, we created the artificial neural network trained by the back-propagation algorithm [3]. Data normalization was applied to the elements of X so that data of different scales could be effectively compared. We performed the model verification using two data sets: 30% of the training set (training validation set) and 100% of the test set. The straight line through zero indicates the exact matching between predicted and measured trench depth. The deviation of the study point from this line can help us estimate the model error i.e. the difference between predicted and measured value of the trench depth. In Fig. 2 the measured and predicted trench depths for both regression and neural network based models are shown.

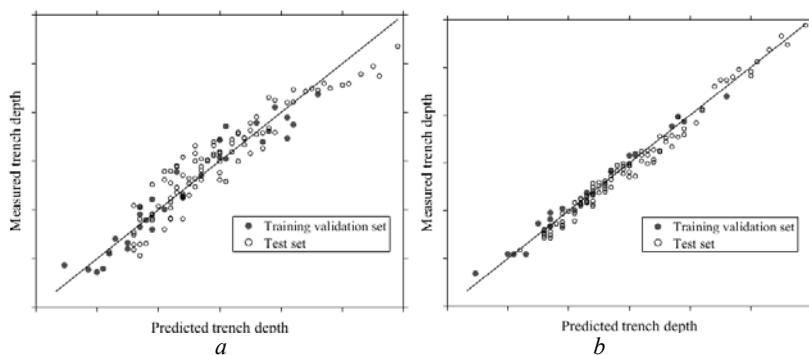


Fig. 2. Predicted trench depth versus measured depth representation for:
a – MVR model; b – ANN model

The estimations of a mean-root-square-error are 2,89 and 2,97% for MVR and ANN model, respectively. Comparison of the error estimations for both models shows that these models are able to predict the result of the process with high accuracy.

Conclusion. In this paper we have demonstrated the prospects of machine learning techniques in semiconductor process modeling. The two behavioral models were developed for predicting the trench depth. Both MVR and ANN-based models have good predictive strength. In the future, other mathematical methods for behavioral model building will be investigated while the present models will be tested on real experimental data.

REFERENCES

1. Jérôme Besnard, Dietmar Gleispach, Hervé Gris, Ariane Ferreira, Agnès Roussy, Christelle Kernaflén, Günter Hayderer. Virtual Metrology Modeling for CVD Film Thickness // International Journal of Control Science and Engineering. – 2012. – Vol 2(3). – PP. 26–33.

2. May Gary S. Fundamentals of semiconductor manufacturing and process control / Gary S. May, Costas J. Spanos. – Willey-Interscience, 2006. – 463 p.

3. Haykin Simon. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. – 2nd ed. – Prentice-Hall, 2001.

THE MATHEMATICAL MODEL OF AUTONOMOUS INVERTER FOR THE POWER SUPPLY SYSTEM OF A REMOTELY OPERATED UNDERWATER VEHICLE WITH AN AC TRANSMISSION CABLE LINE

**A.A. Pravikova, postgraduate student, Department of Computer Control
and Design Systems**

*Scientific supervisor V. Rulevskiy, Head of Scientific and Research Institute
of Automation and Electromechanics, PhD*

Tomsk, TUSUR, bezruchenko@niiiaem.tomsk.ru

In recent years, remotely operated underwater vehicles (ROUV) are widely used for scientific research and practical purposes. By application ROUV are divided into exploring, research, operational and dual-use vehicles.

The electric power supply of the ROUV determines the efficiency of operation on the seabed. Power transmission from the on-board equipment to the underwater one is performed via subsea power cable. According to the review of block diagrams of electric power supply systems for ROUV [1], high frequency AC power transmission cable line assures increasing the specific power and reliability of the electric power supply system.

An autonomous inverter is the main functional element of the power supply system with an AC power transmission cable line. The purpose of this paper is to design a mathematical model in the state-space form.

An electrical schematic diagram of the autonomous inverter is represented in Fig. 1

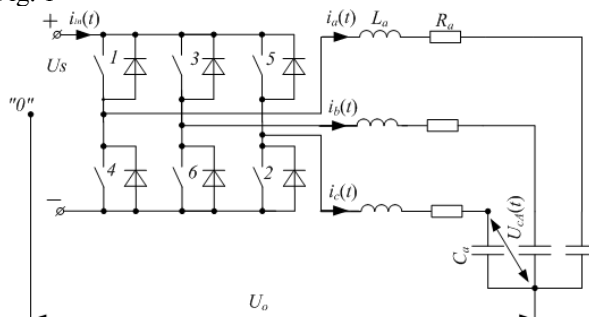


Fig. 1. An electrical schematic diagram of the autonomous inverter

U_S is DC power supply voltage; $i_{in}(t)$ is input inverter current; L_a, R_a, C_a are inductance, resistance and capacity of the filter respectively; $i_a(t), i_b(t), i_c(t)$ are output inverter currents; $U_{cA}(t), U_{cB}(t), U_{cC}(t)$ are phase voltages of filter capacitors; U_o is zero-phase-sequence voltage.

The programs for the research of power electronic systems are divided into two groups depending on the mathematical model. The first group consists of programs with the description of the models in the form of differential equations (MathCad, Matlab). The second group consists of programs with the models in the form of equivalent circuits (PSpice, Simulink) further referred to as simulation models.

The construction of differential equations is the necessary procedure for the mathematical system description in the state-space form.

The investigation of the autonomous inverter simulation model and different control methods are given in [2]. The autonomous inverter is a nonlinear pulse system. The analytic description of such system is carried out with the help of switching functions. The simplex pulse-width modulation (PWM) method is the selected autonomous inverter control method. The premodulation signal $nn(t)$ of the reference signal is given in [3].

The phase reference signal is defined by the next formula:

$$U_a(t) = \frac{K_m}{\cos(\pi/6)} U_{eqA}(t) + nn(t), \quad (1)$$

where K_m is the modulation index; $U_{eqA}(t) = \sin(\omega t)$ is the equivalent signal in the phase.

Laws of the autonomous inverter control pulses formation are described by switching functions equations.

Phase switching function is defined by the correlation:

$$K_{fa}(\xi_a) = \begin{cases} 1 & \text{при } \xi_a(t) \geq 0 \\ -1 & \text{при } \xi_a(t) < 0 \end{cases}, \quad (2)$$

where $\xi_a(t)$ is the phase difference function.

The phase difference function is defined as:

$$\xi_a(t) = U_a(t) - U_p(t), \quad (3)$$

where $U_p(t)$ is the carrier signal.

$$U_p(t) = 2 \cdot \left(-\frac{1}{2} + \frac{t}{t_{PWM}} - \left\lfloor \frac{t}{t_{PWM}} \right\rfloor \right), \quad (4)$$

where t_{PWM} is the PWM period; $\left\lfloor \frac{t}{t_{PWM}} \right\rfloor$ is the operation of rounding down to the nearest integer real number.

The phase switching function of the switch 1 is defined by the formula:

$$K_1(\xi_a) = \begin{cases} 1 & \text{при } \xi_a \geq 0, \\ 0 & \text{при } \xi_a < 0. \end{cases} \quad (5)$$

The zero-phase-sequence voltage is applied between the conditional input voltage source zero point and output filter zero point [4]. The common switching function of the zero-phase-sequence voltage is defined as:

$$K_f(t) = \frac{1}{3} \cdot (K_1(\xi_a) + K_3(\xi_b) + K_5(\xi_c)) - \frac{1}{2}. \quad (6)$$

Differential equations of the autonomous inverter were obtained with Kirchhoff's laws and Ohm's law for the section of a circuit (Fig. 1):

$$\dot{i}_a(t) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{L_a} \cdot K_{fa}(\xi_a) \cdot U_S(t) + \frac{1}{L_a} \cdot K_f(t) \cdot U_S(t) - \frac{R_a}{L_a} i_a(t) - \frac{1}{L_a} U_{cA}(t), \quad (7)$$

$$\dot{U}_{cA}(t) = \frac{1}{C_a} \cdot (i_a(t)). \quad (8)$$

The system of differential equations (1)–(8) was solved with the help of Euler method in Matlab software. Simulation results are shown in Fig. 2, *a*; Fig. 3, *a*.

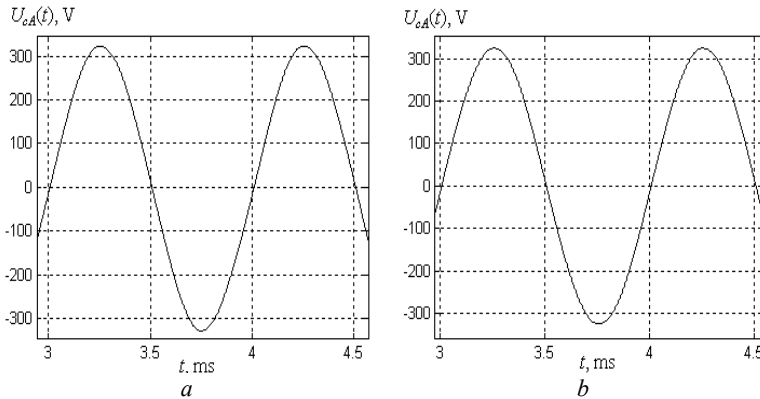


Fig. 2. Autonomous inverter output phase voltage:
a – mathematical model; *b* – simulation model

For the simulation the following assumptions are taken: the autonomous inverter switches are ideal, the switching occurs instantly, the diodes are ideal, the passive components are ideal.

The following system parameters were set during the computation experiments: $f_{PWM} = 48$ kHz is the autonomous inverter switching frequency; $f = 1$ kHz is the autonomous inverter output voltage frequency; $U_S = 510$ V; $R_a = 0,5$ Ohm; $L_a = 0,4$ mH; $C_a = 6$ μ F; $R_n = 5$ Ohm.

The simulation results of autonomous inverter in the form of equivalent circuits in Simulink are shown in Fig. 2, *b*; Fig. 3, *b* [2].

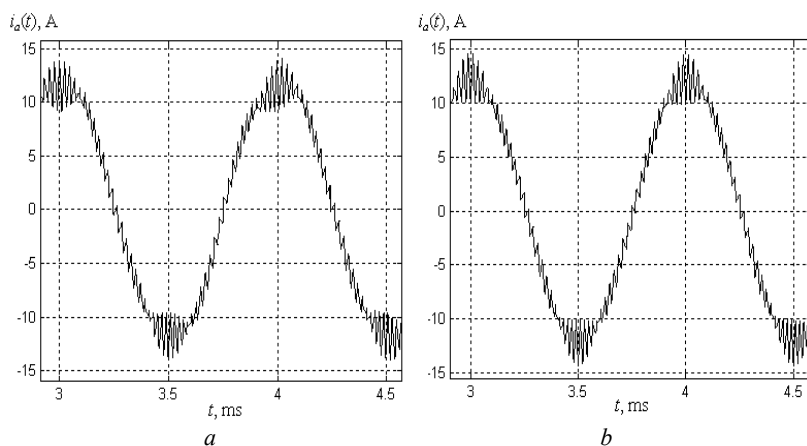


Fig. 3. Autonomous inverter output current:
a – mathematical model; *b* – simulation model

The simulation results of the model in the form of differential equations qualitatively coincided with the simulation results of the model in the form of equivalent circuits, represented in [2]. Adequacy of the mathematical model in the state-space form and its applicability for future research was proved.

REFERENCES

1. Rulevskiy V.M., Dementiev Y.N., Bubnov O.V. Electric power supply systems of remotely operated underwater vehicles. – Tomsk Polytechnic University Bulletin. – 2004. – Vol. 5. – PP. 120–123.
2. Rulevskiy V., Pravikova A., Lyapunov D. Autonomous inverters' PWM methods for remotely controlled unmanned underwater vehicles // International Conference on Industrial Engineering IEEE Xplore, in press.
3. Chaplygin E.E. Spectral Modeling Of PWM Converters. – Training Manual. – Moscow Power Engineering Institute. – Moscow, 2009.
4. Zinoviev G.S. Power Electronics. – 5th ed. – M.: Publishing houseUrait. – 2015.

MODELING OF SPIRAL INDUCTOR ON SILICON SUBSTRATE

T.Yu. Sidoryuk, A.A. Popov, D.V. Bilevich, students;

A.S. Salnikov, Associate professor of the department of physical electronics, PhD.

Tomsk, TUCSR, skysidtim@gmail.com

A monolithic inductor is a passive element, which is the most difficult to simulate. There are some algorithms for its constructing presented in foreign literature [1–3]. In general, the parameters extraction is carried out via an equivalent circuit Y - and Z -parameters. Sometimes there are model discrepancies with the measured data, and one must use the optimization settings. Some of the major developers of programs for the simulation of integrated circuits supply prepared algorithms and their descriptions. As an example, we mention the Model Builder Program (MBP) from Keysight Technologies [4]. Based on various papers, the algorithm of the inductor simulation was developed and implemented in «Matlab» system.

A simplified diagram of the algorithm is shown in Fig. 1. Initially, S -parameters of the modeled inductor are loaded in the program. Then there is a partition of the frequency range divided into three parts: low, medium and high frequencies. To the better definition of the parameters of EC, one must define their values in the frequency range where their influence is the most apparent. The calculation of values for the range of low and medium frequencies is performed independently. It is an approximation, which is used to calculate the values at high frequencies.

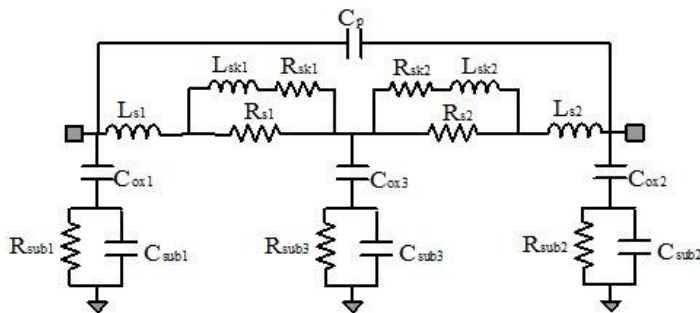


Fig. 1. Equivalent circuit of inductor model

Figures 3 and 4 show the work of our algorithm coincides with the MBP algorithm pretty well. At the same time, it gives a good initial approximation. Further some optimization is required to get the more accurate model, because the model is quite complex and getting its value with the use of the direct extraction is problematic.

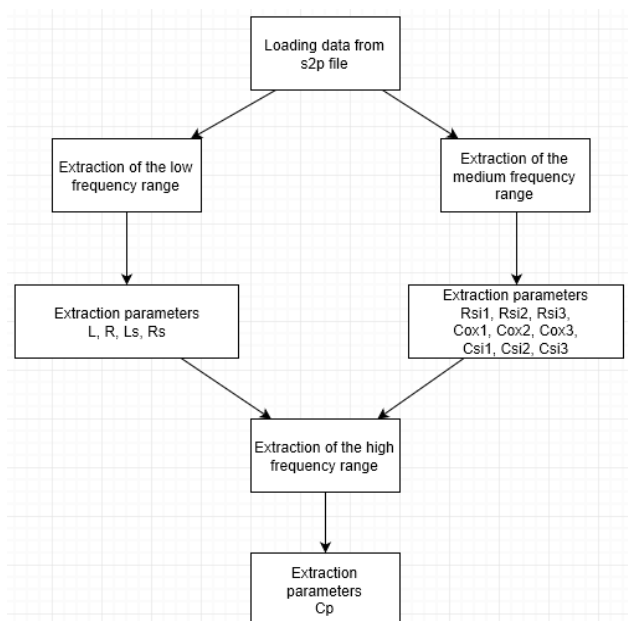


Fig. 2. Algorithm diagram

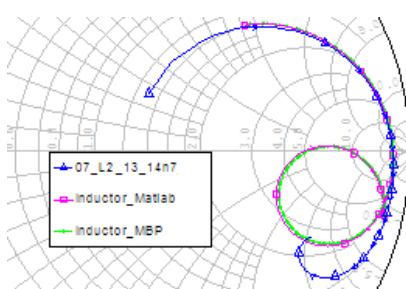


Fig. 3. Comparing parameters S11

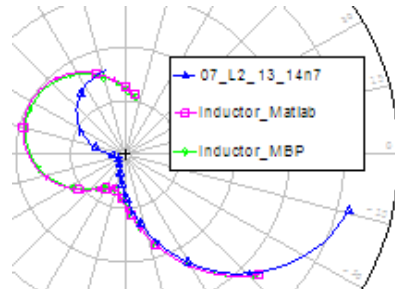


Fig. 4. Comparing parameters S12

In order to test the algorithm we used an inductor on a silicon substrate, measured in REC «Nanotechnology». Next, we compared models obtained in MBP, with our algorithm and the measurement results.

REFERENCES

1. *Nam-Jin Oh and Sang-Gug Lee. A Simple Model Parameter Extraction Methodology for an On-Chip Spiral Inductor // ETRI Journal. – 2006. – Vol. 28, No. 1, February 2006. – P. 115–118.*
2. *Timothy O. Dickson, Marc-Andre LaCroix, Samuel Boret, Daniel Gloria, Rudy Beerkens and Sorin P. Voinigescu. 30–100 GHz Inductors and Transformers*

for Millimeter-Wave (Bi) CMOS Integrated Circuits // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques . – 2005. – Vol 53, No. 1. – January 2005. – PP. 123–133.

3. Hao-Hui Chen, Huai-Wen Zhang, Shyh-Jong Chung, Jen-Tsai Kuo and Tzung-Chi Wu. Accurate Systematic Model-Parameter Extraction for On-Chip Spiral Inductors // IEEE Transactions on electron devices. – 2008. – Vol. 55, No. 11. – Novtmbur 2008. – PP. 3267–3273.

4. Agilent Technologies, MBP Software Documentation / Agilent Technologies Inc, 2009.

5. MathWorks, MATLAB Primer / MathWorks Inc, 2016.

THE APPROACH TO THE QUALITY ANALYSIS OF PRIMALITY CRITERIA

Y.V. Shablya, Postgraduate student; D.V. Kruchinin, Junior research fellow, Department of Complex Information Security of Computer Systems;

V.S. Melman, student, Department of Information System Security Supervisor A.A. Shelupanov, Doctor of Engineering, professor, Head of Department of Complex Information Security of Computer Systems Tomsk, TUSUR, syv@keva.tusur.ru

In this paper we present the research aimed at finding a new effective primality test:

- in the paper [1] new properties for a composition of some generating functions for primes on the basis of which it is possible to generate new primality criteria are presented;

- in the paper [2] a set of programs the use of which allows us to automate the process of generating new primality criteria and to conduct a research for the generated criteria is presented.

Thus, applying the ideas described in the above-mentioned papers, there is a possibility to generate a large set of new primality criteria each of which must be examined for suitability as the basis of a new effective primality test.

During the research, we considered 117 combinations of generating functions to generate primality criteria (9 generating functions for $F(x)$ and 13 generating functions for $B(x)$). For the generating functions $F(x)$ and $B(x)$, we chose generating functions which had only integer coefficients in the power series expansion and which depended on their parameters. For each combination we used prime numbers in the range of -7 to 7 for the parameters. It should be noted that each obtained primality criterion multiplied by n generates the integer sequence.

In total, we obtained 19216 integer sequences and for all of them the search in the on-line encyclopedia of integer sequences («OEIS» [3]) was carried out. Only 930 sequences were found in the OEIS. For the primality criteria that generate the sequences found in the OEIS, we propose a more detailed analysis of their suitability for the use as the basis of a new effective primality test.

However, a unified method for the quality analysis of primality tests does not exist. Usually the quality of primality tests is validated by the mathematical proof. In this case there is a large number of different primality criteria and the mathematical proof for all of them can take too much time.

To analyze the quality of a primality test, the following characteristics can be used:

1. Flexibility of the primality test. This characteristic shows the ability to verify the primality of any given number because many primality tests work only with numbers of special forms.

2. Certainty of the obtained result. This characteristic shows the estimate of the probability of errors for the primality test. There are deterministic primality tests (without errors) and probabilistic primality tests (with errors).

3. Computational complexity of the primality test. This characteristic shows the estimation of the dependence of the volume of the work required for the primality test on the size of the input data.

We propose to use the approach to the quality analysis of primality tests which is based on the following propositions:

1. It is necessary to make a check by using the numbers for which the fact of their primality or compositeness is known.

2. For checking, it is necessary to form a set of random odd numbers with the dimension of 128, 256, 512, 1024, 2048 bits.

3. This set can be divided into three parts:

- the first part – probable prime numbers that have been tested by the Miller-Rabin primality test with the recommended number of rounds $\log_2 n$;
- the second part – composite numbers that have been tested by the Miller-Rabin primality test with a small number of rounds;
- the third part – composite numbers.

4. Using the developed software [2], we can estimate the computational complexity and the probability of errors for each developed primality test.

Thus, applying the ideas suggested above, we can make a check for primality tests. After making the check, we can exclude from the consideration the primality criteria with the worst characteristics and use only the best primality criteria.

REFERENCES

1. *Kruchinin D.V.* New properties for a composition of some generating functions for primes [Electronic resource] / D.V. Kruchinin. Y.V. Shablya. – URL: <http://arxiv.org/abs/1109.1683> (accessed: 01.02.2017).
2. *Shablya, Y.V.* A set of software to search for an effective primality test / Y.V. Shablya, V.S. Melman, D.V. Kruchinin // Electronic Devices and Control Systems: Proceedings of the XII International Scientific Conference (November 16–18, 2016). – Tomsk, 2016. – Vol. 2. – PP. 217–219.
3. The on-line encyclopedia of integer sequences [Electronic resource]. – URL: <http://oeis.org>, (accessed: 01.02.2017).

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF RURAL SETTLEMENTS: GENERAL PROVISIONS

***M.A. Shishanina, a graduate student of the department of data processing
automation***

*Scientific supervisor A.A. Sidorov, associate professor of the department of
data processing automation, Ph.D in Economic sciences
Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
mari-scan@yandex.ru*

Nowadays the most important task in the process of all levels system informatization of government is improving of management efficiency at regional level, since there is a variety of operational and strategic objectives that are being solved at this level [1]. Rural areas, being the largest part of any region (2/3 of the territory) and accumulating a quarter of the total population play an important role in the socio-economic development of the region.

However, their potential is not used to the maximum, which is caused by the following main trends:

- reduction of agricultural and livestock production;
- income reduction of citizens employed in the agricultural sector of economy;
- reduction and decline of social services in rural areas.

These circumstances indicate problems in the socio-economic development of rural areas and, as a consequence, the regions and the state as a whole.

Socio-economic development of rural settlements depends on several factors because one region can be located in different climatic zones due to the geographical extent of the Russian Federation. However, we can assume that there are some typical rural settlements similar in a number of factors to

which similar programs of socio-economic development can be applied on the territory of the Russian Federation. Thus, there is a need in development of decision support system to aid management of the socio-economic development of rural settlements, which may be further projected on higher levels of the hierarchy.

Among the requirements for decision support system in socio-economic development of rural settlements the following basic provisions can be distinguished [2]:

- monitoring of socio-economic and financial indicators for control and analysis of the current socio-economic situation in rural areas;
- analysis of territorial information, identifying trends and patterns;
- forecasting the level and condition of socio-economic development;
- analysis of factors affecting to the rural settlements' socio-economic development;
- system modelling of socio-economic development of rural settlements through the construction of simulation models;
- information and analytical support of managerial decision-making, including the execution of multivariate calculations of the scenario and target type socio-economic development of rural settlements and assessment of the impact of decision-making.

The most promising among decision-support systems is an ontology. Ontology is a methodology of description and use of domain knowledge [3]. The ontological model views domain knowledge as a hierarchical system. It can be presented as follows (Fig. 1).

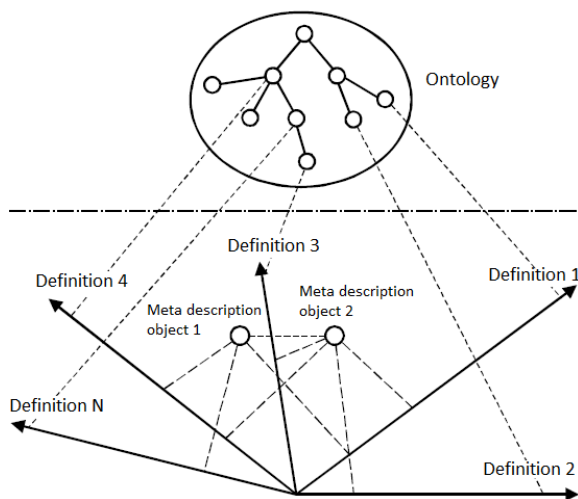


Fig. 1. General view of the ontological model

Thus, the socio-economic development of the rural settlements depends on many factors, which can influence one another. A generalized approach to the assessment of the level of socio-economic development of rural settlements can help to create a hierarchical structure of indicators and to calculate many aggregated and specific indicators that characterize the socio-economic development.

Using such decision support systems for socio-economic development of rural settlements the authorities will be able to address specific strategic objectives of socio-economic development of territories, ensuring their interaction with the operational management tasks.

REFERENCES

1. *Babenyshева A.N.* The use of decision support systems in computer modeling of the economic development of the region. Young scientist, 2016, no. 13. – pp. 299-303 (in Russian)
2. *Tuzovskiy A.F., Chirikov S.V., Yampolsky V.Z.* Knowledge Management Systems (methods and technologies). Tomsk, Publishing house of the YTL, 2005. 260 p.
3. *Sure Y., Staab S., Studer R.* Ontology Engineering Methodology Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/ccbd/8fdd446ee049f7449a0787a99d69854841f3.pdf> (Accessed 15.02.17).

COVERAGE QUALITY ANALYSIS OF 4G NETWORKS IN TOMSK

***D.B. Shmakov, postgraduate, the Department of Television and Control
Scientific Supervisor T.R. Gazizov, Sc.D.***

*Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
dshrfc@gmail.com*

The radio frequency spectrum is a limited natural resource of great economic and social value. It has an increasingly wide range of applications and, therefore, must be managed efficiently. The socioeconomic development of the country depends on how efficiently the radio frequency spectrum is used [1].

One way to increase spectrum utilization efficiency is to use advanced radio technologies. Currently the most advanced radio technology in terms of spectral efficiency is 4G LTE technology.

The instrumental assessment of the quality of LTE networks coverage was made by engineers of Federal State Unitary Enterprise «Radio Frequency Center of Central Federal Area» at the beginning of 2016 [2]. The results of the measurements are summarized and available freely on the Internet [3].

No information of any previously published papers containing an analysis of the obtained results was found. Nevertheless, it seems appropriate to perform the analysis of the results to obtain the assessment of capability for Tomsk residents to access the Internet via 4G LTE mobile networks.

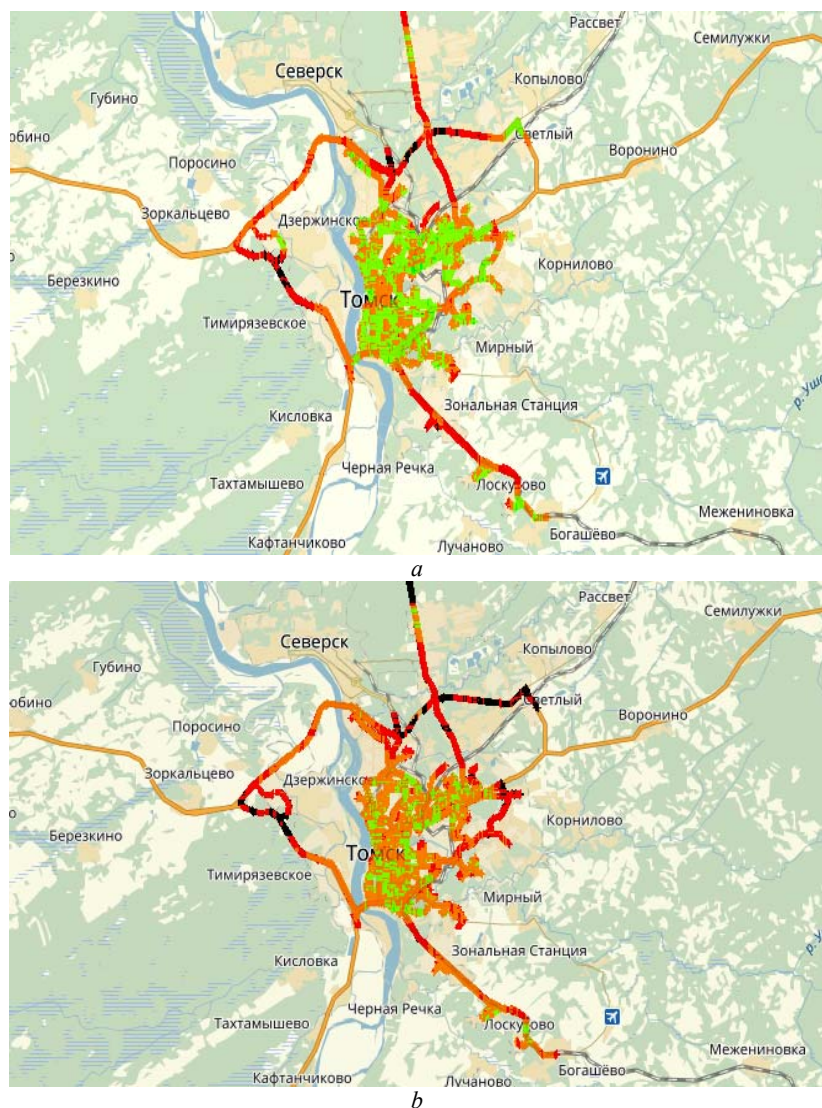


Fig. 1. LTE network coverage quality as of 29.01.2016: a) MegaFon; b) MTS

The analysis was performed for LTE networks of the following mobile operators: MTS PJSC (hereinafter – MTS) and MegaFon PJSC (hereinafter – MegaFon). It should be noted that the instrumental assessment of the quality of the MegaFon LTE network coverage was made together with the Yota LTE network. This approach to analyzing the MegaFon LTE network is reasonable, considering the fact that Yota is a mobile virtual network operator (MVNO) [4].

The coverage quality of 4G networks of such mobile operators as T2-Mobile LLC (brand name – Tele2) and VimpelCom Ltd. (brand name – Beeline) was not analyzed. These mobile operators lacked the required licenses at the time when the measurements were being conducted.

To assess the coverage quality of the analyzed 4G networks we measured the RSRP-parameter (Reference Signal Received Power). RSRP is measured in dBm (the measured power referenced to one milli-watt), and its level at a certain point provides us with the information about the possibility that a user situated at this point will be able to connect to the network. RSRP can also be used to estimate the path loss for power control calculations. The full description of the RSRP-parameter can be found in [5].

The results of the measurements are plotted in Fig. 1, *a* and *b*.

Matching between the color-coded categories and the RSRP levels is shown in Table. The table also contains the information about the share of each color-coded category related to the coverage quality for each operator.

Matching between the color-coded categories, used in Fig. 1, *a*, *b*, categories of the quality of coverage and the RSRP levels

№	Color-coded category	Category of the quality of coverage	RSRP level, dBm	MegaFon	MTS
				Share (% of the explored territory)	
1		«Excellent»	More than –20	0	0
2		«Good»	[–40; –20)	0	0
3		«Normal»	[–60; –40)	1.54	0.01
4		«Sufficient»	[–80; –60)	46.24	16.7
5		«Low»	[–100; –80)	42.37	68.8
6		«Insufficient»	[–120; –100)	9.5	12.5
7		«Absent»	Less than –120	0.35	1.99

To conclude:

1. Almost the entire territory of Tomsk is covered by 4G LTE networks: 99.65% of the explored territory covered by the MegaFon LTE network and 98.01% by the MTS LTE network/

2. The coverage categories «sufficient» and «low» occupy summarily 88.61% and 85.5% of the explored territory, for MegaFon and MTS respectively/

3. Shares of the categories «excellent», «good» and «normal» are negligible for both operators: 1.54% and 0.01% of the explored territory for MegaFon and MTS respectively/

4. The results of the measurements can be used both by Tomsk residents to make an informed choice of mobile operator and by mobile operators to revise their network development plans/

5. The results of the measurements show that the coverage quality of 4G LTE networks in Tomsk is far from perfect. There is a need to increase the number of LTE base stations in order to improve the coverage quality and provide Tomsk residents with fast mobile Internet access.

REFERENCES

1. *Management of the radio frequency spectrum and electromagnetic compatibility of radio systems*. Schoolbook. Ed. prof. M.A. Bykhovskiy. – M.: Eco-Trendz. 2006. – 376 p.

2. *Methods of assessing the quality of mobile radio communication services* [electronic resource]. – Minsvyaz.ru: Official site of the Ministry of Communications. – URL: <http://minsvyaz.ru/ru/documents/4473> (Accessed 27.01.2017).

3. *The quality of communication in Tomsk* [Electronic resource]. – <http://xn--80aeakmgi9azaci1dv9.xn--plai>: Automated quality control services. – URL: <http://качествосвязи.пф/sfo/tomsk.html> (reference date: 27.01.2017).

4. *MegaFon* became the full owner of the company «Yota» [Electronic resource] // moscow.megafon.ru: The site of MegaFon PJSC. – URL: <http://moscow.megafon.ru/publications/20140707-1201.html> (Accessed 27.01.2017).

5. *ETSI TS 136 214 V9.1.0 (2010-04) LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer – Measurements (3GPP TS 36.214 version 9.1.0 Release 9) Technical Specification* [Electronic resource] // <http://www.etsi.org>: ETSI – European Telecommunications Standards Institute. – URL: http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136200_136299/136214/09.01.00_60/ts_136214v090100p.pdf (Accessed 27.01.2017).

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 6

ЭКОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Председатель секции – Карташев А.Г., проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н.;
зам. председателя – Денисова Т.В., доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.*

Е.А. Иващенко

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПО ГОСТ ISO14001–2004	15
--	----

А.Д. Алиаиби, Т.Ю. Черникова

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ.....	17
---	----

М. Алябьева, К.П. Пашкеева

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ, СВЯЗАННЫМИ С УТОМЛЯЕМОСТЬЮ, В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ.....	20
---	----

А.Е. Антипина, В.В. Беркетов, В.А. Гуцина,

А.С. Канисеев, Н.А. Рубан

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ.....	22
--	----

А.П. Баранова, Ж.Д. Кудайбергена

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ТОМАТА («SOLANUM LYCOPERSICUM»).....	25
---	----

А.Н. Бахолдина

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ СЕНОМАНОМ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ И РАЗВИТИЕ РАЧКОВ ДАФНИЯ (DAPHNIA MAGNA)	27
---	----

Н.А. Выходцев

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	29
--	----

Т.Т. Гасанова, А.П. Шкарупо

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ СЕНОМАНСКИХ ВОД НА РАЗВИТИЕ ИКРЫ МОЛЛЮСКОВ.....	31
---	----

И.К. Доманова, Е.К. Малаховская

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ ХРОНИЧЕСКИХ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	33
--	----

Ю.А. Зенкова

КОМПЛЕКСНАЯ ОЧИСТКА ШАХТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШУНГИТА.....	35
--	----

<i>С.В. Изенева</i>	
ВЛИЯНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ НА СООБЩЕСТВО ПРЕСНОВОДНЫХ ИНФУЗОРИЙ	37
<i>С.А. Калашикова, Д.А. Ключева</i>	
УСТОЙЧИВОСТЬ СООБЩЕСТВ НЕМАТОД К ХРОНИЧЕСКИМ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯМ	40
<i>Д.А. Ключева</i>	
ВЛИЯНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ НА СООБЩЕСТВА ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ	43
<i>А.А. Красильникова, К.А. Острасть</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДЕТСКОМ ПИТАНИИ.....	45
<i>Е.В. Кулюкина</i>	
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РАКОВИННЫХ АМЕБ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЕНОМАНСКИХ РАСТВОРОВ	48
<i>Т.Е. Лушикова</i>	
ИЗУЧЕНИЕ БИОТОПИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СООБЩЕСТВ РАКОВИННЫХ АМЕБ В ХВОЙНЫХ ЛЕСАХ	51
<i>Н.С. Ушакова, Е.С. Макарьцова</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДЗЗ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ДЕГРАДАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ПРИМЕРЕ СНЕЖНЫХ ОТВАЛОВ г. ТОМСКА	53
<i>Д.А. Макеева</i>	
ЗООПЛАНКТОН ОЗЕРНЫХ ВОД ГОРОДА ТОМСКА	56
<i>Е.Р. Моргунова</i>	
ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕНОМАНА НА МАЛЬКОВ ГУППИ	58
<i>Л.Н. Нагманова</i>	
ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА ПЭУ «БИШКЕКВОДОКАНАЛ»	59
<i>Д.Г. Надирашвили</i>	
ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА МОЛЛЮСКОВ РОГОВОЙ КАТУШКИ	61
<i>Нгуен Нгок Куи</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕСТ-СИСТЕМЫ В ЭНДОЭКОЛОГИИ.....	63
<i>И.В. Перевозчиков</i>	
ВЛИЯНИЕ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ ВИШНЕВЫХ БАРБУСОВ.....	66
<i>М.В. Попов</i>	
РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГО-ТУРИСТИЧЕСКОЙ ТРОПЫ В ЗАКАЗНИКЕ «ЛАРИНСКИЙ» И ЕГО ОХРАННОЙ ЗОНЕ	67
<i>Н.Н. Саликова, М.Г. Слепцов, Ю.А. Кайкина</i>	
ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА РОСТ ОГУРЦОВ СОРТА «ПАРТНЕР F1».....	69

<i>Л.А. Султаналиева</i>	
ОЦЕНКА ПРИРОДНОГО ФОНА ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО РЕГИОНА ДЛЯ ЭПИФИТНЫХ МХОВ-БИОИНДИКАТОРОВ	71
<i>А.С. Шумилова, В.Н. Телещенко</i>	
ФОРМИРОВАНИЕ АКТУАЛЬНОЙ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	74
<i>А.С. Трофимова</i>	
ТЕХНОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	77
<i>А.В. Трусилина</i>	
СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ БРОНХОФОНОГРАММЫ РЕСПИРАТОРНОГО ЦИКЛА	79
<i>М.Д. Тусупова, А.И. Браун, Е.В. Кандычева, И.А. Екимова, И.И. Волощенко</i>	
ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ В СФЕРЕ ВЫДАЧИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ В ОРГАНИЗАЦИИ	82
<i>А.А. Удалов, К.О. Шилова</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА РАДОНА	83
<i>Чан Туан Хоанг, В.Ю. Луговская</i>	
АДСОРБЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИОНОВ НА МИНЕРАЛЬНОМ СОРБЕНТЕ ТРЕПЕЛЕ	86
<i>П.В. Шалда</i>	
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ ВЫЯВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ НА СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ	89
<i>Е.А. Шевченко</i>	
ИНТЕРПОЛЯЦИЯ И ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ ПАРАМЕТРОВ КОНТУРА ЛИНИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ БД NITRAN ДЛЯ МОЛЕКУЛ H ₂ O	92
<i>А.П. Шкарупо</i>	
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗЕЛЕННОГО СПЕКТРА СВЕТОДИОДОВ	95
<i>А.А. Шумили</i>	
ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА РАЗВИТИЕ ВИШНЕВЫХ БАРБУСОВ	97
<i>Е.А. Яковлева, Д.А. Ключева</i>	
ОСОБЕННОСТИ БИОТОПИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД В ПОДКОРНЕВОЙ ЗОНЕ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ	98
<i>Е.В. Кандычева, Е.В. Власенко, Д.Н. Яремчук, Е.П. Жуков, В.В. Алифанов</i>	
АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО РАБОТЕ С ПРЕКУРСОРАМИ И УКАЗАНИЕ (ПОСТАНОВКА) ПОРЯДКА ОБРАЩЕНИЯ С НИМИ	100

СЕКЦИЯ 7 ОТКРЫТИЯ. ТВОРЧЕСТВО. ПРОЕКТЫ

(Секция для школьников)

*Председатель секции – **Мозгунов А.В.**, начальник ОНУР*

<i>К. Воронина, Е. Воронина</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЖЕЛЕЗА В ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЕ	105
<i>Н. Помелова</i>	
ПОЛИСАХАРИДЫ. ЗАЧЕМ ОНИ...? ДЕКСТРИН	108
<i>С. Сутурин</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ ПОРОШКОВ К ТВЕРДОФАЗНОМУ СИНТЕЗУ	109
<i>С. Филипенко</i>	
МЕТАЛЛ XX ВЕКА	112
<i>В.Е. Шаврак, Т.Н. Мосунова, Е.С. Субботина</i>	
SARIVARA	114
<i>Г.А. Долгов, А.А. Боровичев</i>	
СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ УНИВЕРСАЛЬНОГО МАНИПУЛЯТОРА УПРАВЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ	116
<i>Н.Ю. Семенов, Д.Ю. Семенов</i>	
СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ УЧЕБНОГО РОБОТА	118
<i>Н.Ю. Семенов, Д.Ю. Семенов</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ	121
<i>Е.О. Бородатов</i>	
РОБОТ-АНИМАТРОНИК	123
<i>И.А. Волошин, И.С. Цыганков</i>	
ВОЗДУШНЫЙ ШАР-МОНГОЛЬФЬЕР	126
<i>К.В. Черневич</i>	
САМОДЕЛЬНЫЕ БАТАРЕЙКИ	127
<i>А.В. Шамов, М.А. Бадурев</i>	
МОСТ ДА ВИНЧИ	128
<i>А.М. Браун</i>	
ЧЕТЫРЕХМЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО	130
<i>И.О. Былыба, В.Э. Мелентьев</i>	
ЭЛЕКТРОННОЕ ПОСОБИЕ «КРИПТОГРАФИЯ»	132
<i>Д.Е. Бурмасов, И.И. Макеев, Д.И. Пахоруков</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОГРАННИКОВ В ТЕХНИКЕ POP UP	134
<i>В.О. Жуков</i>	
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ» ИГРУШКИ	136

<i>А.С. Гюнюч</i>	
ТЕТРАПТИХ ЗВЕЗДНОГО НЕБА	139
<i>Н.В. Малиновский, Н.С. Гавриленко</i>	
КОМПЛЕКС УЧЕБНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ РАЗРАБОТЧИКОВ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ	142
<i>Н.В. Малиновский, Н.С. Гавриленко</i>	
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНКУБАТОРОМ .	145

СЕКЦИЯ 8

POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS' RESEARCH IN ELECTRONICS AND CONTROL SYSTEMS

(Секция на английском языке)

*Председатель секции – Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ, доцент,
к.филос.н.;*
*зам. председателя – Менгардт Е.Р., доцент каф. ИЯ,
Морозова Е.И., ст. преп. каф. ИЯ*

<i>I.Yu. Bakeev, A.S. Klimov</i>	
TEMPERATURE FIELD MODELING OF CERAMIC POWDER VOLUME DURING SELECTIVE ELECTRON-BEAM SINTERING	151
<i>D.V. Bilevich, A.A. Popov, T.Y. Sidoryuk, A.S. Salnikov</i>	
DESIGN OF LINEAR GAN HEMT MODEL.....	154
<i>A. Bukreyev, T. Gandzha</i>	
ROBOTIC ARM DEVELOPMENT WITH THE USE OF SCRIPT MODELING ENVIRONMENT	157
<i>O.T. Vazhinsky</i>	
DRIVER FOR MIDDLE POWER LASER DIODES.....	160
<i>A.A. Vatyuk</i>	
ANALYTICAL APPROACH FOR EXTRACTION OF MONOLITHIC RESISTOR'S EQUIVALENT CIRCUIT MODEL	163
<i>R.R. Gazizov</i>	
INVESTIGATION OF ULTRASHORT PULSE MAXIMUMS LOCALIZATION IN TURN OF MEANDER LINE WITH VARIATION OF ITS DURATION.....	166
<i>T.E. Grigorieva</i>	
MODELING AS THE BASIS OF MAKING EFFECTIVE MANAGEMENT DECISIONS	169
<i>D.V. Ozerkin, M.V. Davydov</i>	
AUTOMATED PROBE DEVICE FOR TESTING MICROELECTRONIC PRODUCTS	172

<i>A.A. Drozd</i>	
NUMERICAL INVESTIGATION OF THE TEMPERATURE AND STRAIN FIELDS DURING ELECTRON-BEAM WELDING.....	175
<i>A.E. Zdrok, A.M. Allanurov</i>	
PROBLEM OF INK EVAPORATION IN THE OPERATION OF MANUFACTURING PRODUCTS BY THE PLOTTERS PRINTED ELECTRONIC SYSTEMS.....	179
<i>S.I. Kondrashov</i>	
CLEAVAGE OF INFORMATION SOCIETY	182
<i>M.I. Kochergin</i>	
FORMALIZATION OF LOW STRUCTURED PHYSICS AND TECHNICS PROBLEMS FOR COMPUTER MODELING AND SIMULATION.....	185
<i>N.Y. Krutovskaya</i>	
BASIC IMAGE PROCESSING EXAMPLES WITH THE USE OF DIVILAB SOFTWARE	188
<i>P.D. Kuroptev, V.V. Levyakov, A.V. Fateev</i>	
HORN ANTENNAS: HISTORY AND APPLICATION.....	192
<i>E.K. Malakhovskaya</i>	
SOFTWARE FOR COMPILING ADVERTISING MESSAGES (LOW-BUDGET TECHNIQUES FOR ADVERTISING).....	194
<i>I.I. Obach, A.A. Abouellail</i>	
INVESTIGATION OF ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF THERMOELECTRICAL POWER SOURCES	197
<i>A.A. Popov, D.V. Bilevich, T.Y. Sidoryuk, A.S. Salnikov</i>	
APPROACHES TO DEVELOPMENT OF BEHAVIORAL MODELS OF SEMICONDUCTOR ETCHING PROCESS	199
<i>A.A. Pravikova</i>	
THE MATHEMATICAL MODEL OF AUTONOMOUS INVERTER FOR THE POWER SUPPLY SYSTEM OF A REMOTELY OPERATED UNDERWATER VEHICLE WITH AN AC TRANSMISION CABLE LINE	202
<i>T.Yu. Sidoryuk, A.A. Popov, D.V. Bilevich, A.S. Salnikov</i>	
MODELING OF SPIRAL INDUCTOR ON SILICON SUBSTRATE.....	206
<i>Y.V. Shablya, D.V. Kruchinin, V.S. Melman</i>	
THE APPROACH TO THE QUALITY ANALYSIS OF PRIMALITY CRITERIA.....	208
<i>M.A. Shishanina</i>	
DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF RURAL SETTLEMENTS: GENERAL PROVISIONS...	210
<i>D.B. Shmakov</i>	
COVERAGE QUALITY ANALYSIS OF 4G NETWORKS IN TOMSK.....	212

Научное издание

**Материалы
Международной научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2017»,
посвященной 55-летию ТУСУРа**

10–12 мая 2017 г., г. Томск

В восьми частях

Часть 8

Корректор – **В.Г. Лихачева**
Верстка **В.М. Бочкаревой**

Издательство «В-Спектр».
Сдано на верстку 20.03.2017. Подписано к печати 25.04.2017.
Формат 60×84¹/₁₆. Печать трафаретная. Печ. л. 13,9.
Тираж 100 экз. Заказ 8.

ТУСУР, г. Томск, пр. Ленина, 40, к. 205, т. 70-15-24
(записано 680 CD-дисков с электронными версиями всех частей сборника
для нужд всех структурных подразделений университета и авторов)

Издательство «В-Спектр».
634055, г. Томск, пр. Академический, 13-24, т. 49-09-91
E-mail: bvm@sibmail.com