



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



**ВЫБИРАЯ БУДУЩЕЕ,
ВЫБИРАЙ TUSUR!**

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, каб. 129 E-mail: onir@main.tusur.ru
Телефон/Факс: (3822) 900-100 Сайт: <http://tusur.ru/>

Информационный центр абитуриента: **magistrant.tusur.ru**

НАУЧНАЯ СЕССИЯ TUSUR–2019



**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
22–24 мая 2019 г. (в четырех частях)**

Часть 4

г. Томск

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)»

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2019

Материалы
Международной научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2019»

22–24 мая 2019 г., г. Томск

В 4 частях

Часть 4

В-Спектр
2019

УДК 621.37/.39+681.518 (063)

ББК 32.84я431+32.988я431

Н 34

Н 34 Научная сессия ТУСУР–2019: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 22–24 мая 2019 г.: в 4 частях. – Томск: В-Спектр, 2019. – Ч. 4. – 114 с.

ISBN 978-5-91191-413-4

ISBN 978-5-91191-414-1 (Ч. 1)

ISBN 978-5-91191-415-8 (Ч. 2)

ISBN 978-5-91191-416-5 (Ч. 3)

ISBN 978-5-91191-417-2 (Ч. 4)

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 978-5-91191-413-4

ISBN 978-5-91191-417-2 (Ч. 4)

**Международная
научно-техническая конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2019»,
22–24 мая 2019 г.**

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- Шелупанов А.А. – председатель Программного комитета, ректор ТУСУРа, директор Института системной интеграции и безопасности, председатель правления Томского профессорского собрания, д.т.н., проф.;
- Рулевский В.М. – заместитель председателя Программного комитета, проректор по научной работе и инновациям ТУСУРа, к.т.н.;
- Абдрахманова М.В., директор библиотеки ТУСУРа;
- Афонасова М.А., зав. каф. менеджмента ТУСУРа, д.э.н., проф.;
- 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 ТУСУРа, к.э.н.;
- Голиков А.М., доцент каф. РТС ТУСУРа, к.т.н.;
- Грик Н.А., зав. каф. ИСР ТУСУРа, д.и.н., проф.;
- Давыдова Е.М., декан ФБ, доцент каф. КИБЭВС ТУСУРа, к.т.н.;
- Демидов А.Я., проф. каф. ТОР ТУСУРа, к.ф.-м.н., доцент;
- Дмитриев В.М., проф. каф. КСУП ТУСУРа, д.т.н.;
- Дробот П.Н., доцент каф. УИ ТУСУРа, к.ф.-м.н.;
- Еханин С.Г., проф. каф. КУДР ТУСУРа, д.ф.-м.н., доцент;
- Заболоцкий А.М., проф. каф. ТУ ТУСУРа, д.т.н.;
- Зариковская Н.В., доцент каф. ЭМИС ТУСУРа, к.ф.-м.н.;
- Исакова А.И., доцент каф. АСУ ТУСУРа, 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 ТУСУРа, д.б.н.;
- Катаев М.Ю., проф. каф. АСУ ТУСУРа, д.т.н.;
- Коцубинский В.П., зам. зав. каф. КСУП, доцент каф. КСУП ТУСУРа, к.т.н.;
- Красинский С.Л., декан ЮФ ТУСУРа, к.и.н.;
- Лошилов 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., профессор, г. Томск;
- Малюк А.А., проф. каф. «Кибербезопасность» НИЯУ МИФИ, к.т.н., г. Москва;
- Малютин Н.Д., гл.н.с. НИИ систем электрической связи, проф. каф. КУДР ТУСУРа, д.т.н.;

- Медовник А.В., начальник научного управления ТУСУРа, к.т.н.;
- Михальченко Г.Я., директор НИИ ПрЭ ТУСУРа, д.т.н., проф.;
- Мицель А.А., проф. каф. АСУ ТУСУРа, д.т.н.;
- Мозгунов А.В., начальник ОНП ТУСУРа;
- Озеркин Д.В., декан РКФ ТУСУРа, к.т.н., доцент;
- Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ ТУСУРа, доцент, к.филос.н.;
- Разинкин В.П., проф. каф. ТОР НГТУ, д.т.н., г. Новосибирск;
- Ромашко Р.В., член-корреспондент РАН, член Президиума ДВО РАН, проф. ДВФУ, д.ф.-м.н., проф., г. Владивосток;
- Семенов В.Д., проф. каф. ПрЭ ТУСУРа, к.т.н.;
- Семенов Э.В., проф. каф. РЗИ ТУСУРа, д.т.н., доцент;
- Сенченко П.В., декан ФСУ, доцент каф. АОИ ТУСУРа, к.т.н.;
- Суслова Т.И., декан ГФ, зав. каф. ФиС ТУСУРа, д.филос.н., проф.;
- Троян П.Е., директор департамента образования, зав. каф. ФЭ, д.т.н., проф.;
- Хаминов Д.В., зав. каф. ТП ТУСУРа, к.и.н.;
- Ходашинский И.А., проф. каф. КИБЭВС ТУСУРа, д.т.н.;
- Шарангович С.Н., проф., зав. каф. СВЧКР ТУСУРа, к.ф.-м.н.;
- Шостак А.С., проф. каф. КИПР ТУСУРа, д.т.н.
- Шурыгин Ю.А., директор департамента управления и стратегического развития ТУСУРа, зав. каф. КСУП ТУСУРа, д.т.н., проф.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

- Шелупанов А.А. - председатель Организационного комитета, ректор ТУСУРа, директор Института системной интеграции и безопасности, председатель правления Томского профессорского собрания, д.т.н., проф.;
- Рулевский В.М. – заместитель председателя Организационного комитета, проректор по научной работе и инновациям ТУСУРа, к.т.н.;
- Медовник А.В., начальник научного управления ТУСУРа, к.т.н.;
- Коротина Т.Ю., заведующая аспирантурой и докторантурой ТУСУРа, к.т.н.;
- Юрченкова Е.А., вед. инженер ОППО ТУСУРа, к.х.н.;
- Боберь Ю.Н., инженер ОППО ТУСУРа;
- Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ ТУСУРа, доцент, к.филос.н.

СЕКЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ

Секция 1. Радиотехника и связь

Подсекция 1.1. Радиотехнические системы и распространение радиоволн. Председатель секции – Тисленко Владимир Ильич, проф. каф. РТС, д.т.н.; зам. председателя – Захаров Фёдор Николаевич, доцент каф. РТС, к.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. РСС, доцент, д.т.н.; зам. председателя – Артищев Сергей Александрович, доцент каф. РСС, м.н.с. СКБ «Смена», к.т.н.

Подсекция 1.5. Аудиовизуальная техника, цифровое телерадиовещание и информационный сервис. Председатель секции – Курячий Михаил Иванович, доцент каф. ТУ, к.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 – Рогожников Евгений Васильевич, доцент каф. ТОР, к.т.н.

Подсекция 1.7. Робототехника. Председатель секции – Коцубинский Владислав Петрович, доцент каф. КСУП, к.т.н.

Подсекция 1.8. Интеллектуальные системы проектирования технических устройств. Председатель секции – Шурыгин Юрий Алексеевич, директор департамента управления и стратегического развития ТУСУРа, зав. каф. КСУП, д.т.н., проф.; зам. председателя – Черкашин Михаил Владимирович, доцент каф. КСУП, 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, д.ф.-м.н., доцент; зам. председателя – Романовский Михаил Николаевич, доцент каф. КУДР, к.т.н., доцент.

Подсекция 2.2. Разработка контрольно-измерительной аппаратуры. Председатель секции – Лошилов Антон Геннадьевич, зав. каф. КУДР, начальник СКБ «Смена», к.т.н.; зам. председателя – Бомбизов Александр Александрович, доцент каф. КУДР, с.н.с. СКБ «Смена», к.т.н.

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

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 – Шارانгович 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, проф. каф. ТУ, д.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., проф.; 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.; зам. председателя – Сидоров Анатолий Анатольевич, зав. каф. АОИ, к.т.н., доцент.

Подсекция 3.3. Автоматизация управления в технике и образовании. Председатель секции – Дмитриев Вячеслав Михайлович, проф. каф. КСУП, д.т.н.; зам. председателя – Ганджа Тарас Викторович, проф. каф. КСУП, д.т.н.

Подсекция 3.4. Вычислительный интеллект. Председатель секции – Ходашинский Илья Александрович, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н., проф.; зам. председателя – Сарин Константин Сергеевич, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

Подсекция 3.6. 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, к.ф.-м.н., доцент.

Подсекция 3.7. Разработка программного обеспечения. Председатель секции – Зариковская Наталья Вячеславовна, доцент каф. ЭМИС, зам. генерального директора ООО «СибирьСофтПроект», к.ф.-м.н., доцент.

Подсекция 3.8. Инструментальные средства поддержки автоматизированного проектирования и управления. Председатель секции – Хабибулина Надежда Юрьевна, доцент каф. КСУП, к.т.н.; зам. председателя – Потапова Евгения Андреевна, ст. преподаватель каф. КСУП.

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. Реализация современных экономических подходов в финансовой и инвестиционной сферах. Председатель секции – Васильковская Наталья Борисовна, доцент каф. экономики, к.э.н.; зам. председателя – Цибулькикова Валерия Юрьевна, зав. каф. экономики, к.э.н.

Подсекция 5.4. Проектный менеджмент и его использование в цифровой экономике. Председатель секции – Афонасова Маргарита Алексеевна, зав. кафедрой менеджмента, д.э.н.; зам. председателя – Богомолова Алена Владимировна, декан ЭФ, доцент каф. менеджмента, к.э.н.

Подсекция 5.5. Современные социокультурные технологии в организации работы с молодежью. Председатель секции – Суслова Татьяна Ивановна, декан ГФ, зав. каф. ФиС, д.филол.н., проф.; зам. председателя – Орлова Вера Вениаминовна, проф. каф. ФиС, директор НОЦ «СГТ», д.соц.н.

Подсекция 5.6. Актуальные проблемы социальной работы в современном обществе. Председатель секции – Ким Максим Юрьевич, и.о. зав. каф. ИСР, к.и.н.; зам. председателя – Куренков Артем Валериевич, доцент каф. ИСР, к.и.н.

Школа-семинар: Правовые проблемы современной России. Председатель секции – Соломин Сергей Константинович, зав. каф. ГП, д.ю.н.; зам. председателя – Газизов Родион Маратович, ст. преподаватель каф. ИП.

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 ОНиР; зам. председателя – Колесник Анастасия Викторовна, инженер ОНиР.

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.филол.н.; зам. председателя – Шпит Елена Ирисметовна, ст. преподаватель каф. ИЯ; Соболевская Ольга Владимировна, ст. преподаватель каф. ИЯ, Таванова Эльвира Борисовна, ст. преподаватель каф. ИЯ.

Адрес оргкомитета:

**634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40,
ФГБОУ ВО «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-я секция (подсекции 2.1 – 2.5);

2-й том – 2-я секция (подсекции 2.6, 2.7).

3-я секция (подсекции 3.1 – 3.8);

3-й том – 4-я секция (подсекции 4.1 – 4.3);

5-я секция (подсекции 5.1 – 5.7)

4-й том – 6-я и 8-я секции.

СЕКЦИЯ 6

**ЭКОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**
(стр. 11 – 76)

СЕКЦИЯ 8

**POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS'
RESEARCH IN ELECTRONICS
AND CONTROL SYSTEMS**
(Секция на английском языке)
(стр. 77 – 109)

СЕКЦИЯ 6

ЭКОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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

УДК 632.187.1:622.691.48

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ЗАЖИГАНИИ ЛЕСНОГО ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА ЛУЧИСТЫМ ТЕПЛОВЫМ ПОТОКОМ В МНОГОЯРУСНОМ ЛЕСНОМ МАССИВЕ

С.С. Акчина, студентка ОКД

*Научный руководитель В.А. Перминов, проф. ОКД, д.ф.–м.н.
г. Томск, ТПУ, suri069702@yandex.ru*

Представлены математическая модель и численные результаты зажигания лесного горючего материала (ЛГМ) лучистым тепловым потоком в результате разрыва газопровода с образованием огненного шара (ОШ). При численном решении учитываются параметры лесного массива (масса топлива, влагосодержание и запас ЛГМ) и коэффициент ослабления излучения поломом леса. Проблема взрывов в нефтехимической промышленности с образованием ОШ является сегодня актуальной для многих стран, включая и РФ. Разработана компьютерная программа, которая используется для определения безопасных расстояний от объектов повышенной опасности (ОПО) до лесных массивов.

Ключевые слова: математическое моделирование, огненный шар, тепловое излучение, газопровод, зажигание.

В результате аварийного повреждения газопровода возможно воспламенение газа с дальнейшим образованием огненного шара (ОШ) и зажиганием близлежащего растительного покрова [1]. Огненные шары крайне опасны, они излучают тепло, которое может вызвать лесные пожары [2].

Лес как экологическая система представляет собой структурный слой на поверхности земли, имеющий в своем составе разнородные элементы, каждый из которых может рассматриваться как отдельный горючий материал. В зависимости от особенностей растений, их возраста и определённых физико-географических условий в лесу развивается многоярусная система (рис. 1) [3].

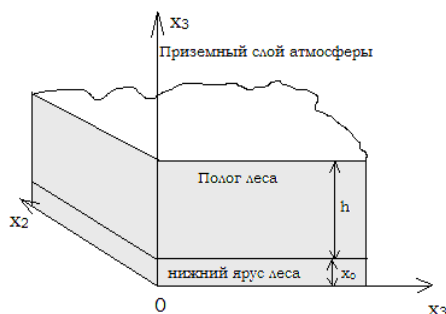


Рис. 1. Схема расположения лесных горючих материалов в лесном массиве

Была решена численная задача зажигания растительного покрова вследствие воздействия интенсивного теплового потока от ОШ. Описание физико-математической модели зажигания лесных массивов лучистой энергией осуществляется системой дифференциальных уравнений, выражающих законы сохранения массы, импульса, энергии и концентрации компонентов в рассматриваемой области. Математически данная задача сводится к решению системы дифференциальных уравнений на основе общей математической модели лесных пожаров с начальными и граничными условиями [4].

Главной задачей при решении было нахождение зависимости между радиусом зажигания растительности при взрыве углеводородов с образованием ОШ и такими параметрами, как влагосодержание лесного горючего материала (ЛГМ) и коэффициент ослабления пологом леса интенсивности теплового излучения. С помощью численного решения представленной задачи становится возможным оперативно определить радиус зажигания лесного массива при аварии, где на лесной массив будет воздействовать тепловой поток с поверхности ОШ.

В качестве основных параметров, влияющих на процесс зажигания, выступают масса топлива, запаса и влагосодержание ЛГМ, коэффициент ослабления излучения пологом леса. На рис. 2 представлены результаты расчетов для различных масс горючего вещества и влагосодержания ЛГМ. Как показывает график, с увеличением массы топлива и уменьшением влагосодержания ЛГМ радиус зажигания увеличивается.

Решение поставленной задачи позволяет прогнозировать размеры зон поражения тепловым излучением. На основе результатов расчетов, полученных с помощью данной модели, возможно принятие обоснованных управленческих решений по ликвидации последствий аварии и принятие ряда превентивных мероприятий для их предотвращения.

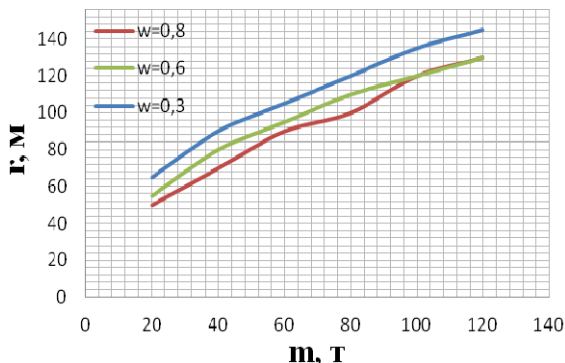


Рис. 2. Зависимость радиуса зажигания растительности от массы топлива

ЛИТЕРАТУРА

1. СТО Газпром 2-2.3-400–2009. Методика анализа риска для опасных производственных объектов газодобывающих предприятий ОАО «Газпром». – М.: Газпром, 2009. – 343 с.
2. Маршалл В. Основные опасности химических производств: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 682 с.
3. Гришин А.М. Математические модели лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. – Новосибирск: Наука, 1992. – 408 с.
4. Гришин А.М., Перминов В.А. О зажигании лесных массивов в результате взрыва Тунгусского метеорита // Физика горения и взрыва. – 1993. – Т. 29, № 6. – С. 8–14.

УДК 502.333

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАВОДКОВОЙ ОБСТАНОВКИ НА РЕКЕ ИРТЫШ В БЕСКАРАГАЙСКОМ РАЙОНЕ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Д.Е. Бектенов, студент

*Научный руководитель А.И. Сечин, проф. ОКД ИШНКБ НИ ТПУ, д.т.н.
г. Томск, НИ ТПУ, Bektenov_97@mail.ru*

Паводки как явление наиболее негативны и непредсказуемы. В работе проводятся анализ паводковой обстановки за период с 2015 по 2018 г. и прогнозирование ситуаций во время весенней проводки паводковых вод в 2019 г., приводятся результаты исследования прогноза затопления на территории Бескарагайского района ВКО Республики Казахстан.

Ключевые слова: паводок, наводнение, чрезвычайная ситуация, Бескарагайский район, силы и средства.

По данным ООН, за последние 10 лет во всем мире от наводнений пострадало более 150 млн человек. Статистика свидетельствует: по площади распространения, суммарному среднему годовому ущербу и повторяемости в масштабах нашей страны наводнения занимают первое место в ряду других стихийных бедствий. Что же касается человеческих жертв и удельного материального ущерба, приходящегося на единицу пораженной площади, то в этом отношении наводнения занимают второе место после землетрясений.

Следовательно, своевременное предупреждение паводковой ситуации и готовность сил и средств для ее проведения представляют несомненную актуальность.

Задача исследования состояла в оценке и разработке средств прогнозирования паводковой обстановки на реке Иртыш в Бескарагайском районе Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан.

Работа по оценке паводковой ситуации была проведена на основе статистических данных и исследовании опасных мест возникновения затопления и их картографирования [1]. В основу паводковых карт были положены карты населенных пунктов. Также были исследованы параметры, влияющие на возникновение паводков: среднемесячная температура, количество осадков. При создании карт подтопления была использована программа графического моделирования векторных изображений «CorelDRAW» [2].



Рис. 1. Опасность затопления в период весенне-летнего половодья на р. Иртыш в населенном пункте Кривинка Бескарагайского района Республики Казахстан

На рис. 1 показана схема затопления и блокирования населенного пункта Кривинка в период прохождения паводковых вод на основании анализа данных за последние десять лет. При определении риска результаты анализа были объединены с опасностью распространения паводка [2], а при получении пространственного распределения риска R был учтен уровень опасности наводнения на территории района. Это значение было получено следующим образом:

1. Произведением распределения плотности населения района P на соответствующий уровень опасности наводнения, предварительно преобразовывая в весовые критерии k по следующей шкале: очень высокий = 5; высокий = 4, средний = 3; низкий = 2; очень низкий = 1.

2. Деление полученного результата согласно шагу 1 на общую численность населения района № (21653 чел.) по следующему алгоритму $R = \sum_{i=1}^n (P_i k_i) / N$, где i изменяется от 1 до n .

3. Принимаем целое значение результата, полученного в шаге 2.

Расчет величины уровня опасности наводнения на территории Бескарагайского района составил $R = 3$.

В результате работы был исследован возможный охват территорий населенного пункта, такие как школа, жилые дома.

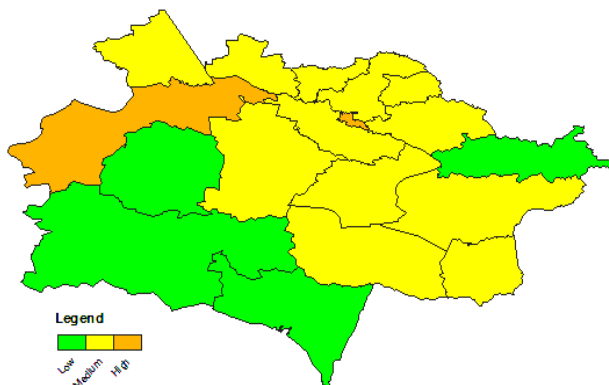


Рис. 2. Карта распределения уровня опасности наводнения для ВКО

Проведенный анализ произошедших в Восточно-Казахстанской области наводнений помог в создании карты распределения уровня интенсивности паводковой опасности (рис. 2). Была установлена возможность обоснования наблюдениями в период с октября по апрель 2017 г. за таянием снега в регионе и высотой снежного покрова при помощи космических ГИС снимков и показателей гидрологических станций.

В результате исследования были установлены опасные места возникновения паводка в населенном пункте Кривинка. Проведен анализ причин возникновения, применен эвристический и математический подход прогнозирования.

Проведенное картирование населенных пунктов позволило разработать мероприятия по минимизации рисков и снижению их возможных последствий.

Метод картирования при помощи ГИС-технологии является наиболее технологичным и эффективным. Данный метод может быть использован при картировании других рисков в комитете ЧС МВД Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бектенов Д.Е. Оценка и прогнозирование паводковой обстановки на р. Иртыш в Бескарагайском районе Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан / Д.Е. Бектенов, А.И. Сечин // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сб. науч. трудов VII Междунар. конф. студентов, аспирантов, молодых ученых, 2018 г, г. Томск.

2. Республика Казахстан, архив департамента по чрезвычайным ситуациям Восточно-Казахстанской области КЧС МВД РК.

3. ЛОГОС+ «Возможности CorelDRAW» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.logos34.ru/articles/vozmozhnosti_coreldraw/

УДК 574.52

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

И.Ю. Буханцов, аспирант каф. РЭТЭМ

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

г. Томск, ТУСУР, ivan_19.09@mail.ru

Рассмотрены экологические аспекты загрязнения полиэтиленом окружающей среды, дано определение полиэтилена. Рассмотрены основные механизмы переработки отходов полиэтилена. Представлены данные мирового потребления полиэтилена крупнейшими странами мира. Были проведены опыты по влиянию бытового полиэтилена на рыб и моллюсков.

Ключевые слова: экология, полимеры, пластмассы, полиэтилен, загрязнение, окружающая среда, механизмы разложения.

Полиэтилен – это полимер этилен ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), который широко используется в сфере обслуживания, в нашей повседневной жизни, например: в продовольственных пакетах, в бутылках шампуня, бронежилетах и т.д. Некоторые виды полиэтилена обладают химической формулой $(\text{C}_2\text{H}_4)\text{NH}_2$. Существуют различные категории полиэтилена.

Среди них тип LDPE используется для производства мешков для продуктовых магазинов, материалов для упаковки еды и др., т.к. он устойчив к разбавленным и концентрированным кислотам, кетонам и растительным маслам и является причиной загрязнения. На рис. 1 представлена схема потребления пластика в мире. По данным Международного отчета Гринпис в 2017 г., приблизительный годовой объемом производства пластика в мире составляет около 100 млн т. Эта цифра вызывает большую озабоченность с точки зрения экологической безопасности [1].

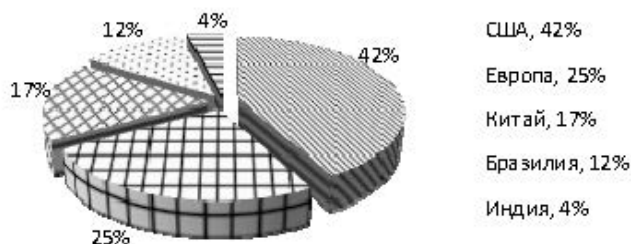


Рис. 1. Схема потребления пластика в мире

В настоящее время существует четыре доступных варианта утилизации полиэтилена: термическая обработка, засыпка землей, переработка и биodeградация. Всем методам присущи имитации. Свалка для утилизации отходов имеет ограничения, так как данная земля является непригодной для использования в течение долгого времени. Если это не учесть, то земля будет использована для сельского хозяйства и других смежных видов деятельности [2].

Скорость разложения полиэтилена на полигонах очень медленная из-за анаэробной среды. Полиэтиленовый мусор находится на свалках достаточно долгое количество времени, чтобы утилизировать свалки потребуется около 500 лет. Вторичное загрязнение окружающей среды является основной проблемой захоронения отходов. Загрязнители выделяются в виде фильтрата, а также газов, а именно: толуол, бензол, ксилолэтил и триметилбензол. В дополнение к этим химическим веществам другие эстрогенные соединения включают бисфенол А (BPA), фталат и PBB (полибромированные бифенилы). Эти соединения очень вредны для здоровья человека, вызывая болезни, связанные с репродуктивной системой млекопитающих и различных типов рака [3].

Переработка пластмасс включает процесс механической, химической и термической деполимеризации. Но переработанный пластик оказывается более опасным, чем первичный, так как при переработке он смешивается с рядом вредных красителей, добавок, стабилизаторов

и т.д. Кроме того, пластмасса не может быть переработана более 3 раз, так как каждая переработка приводит к снижению прочности. На свалках для захоронения потребуется около 300 лет, чтобы произошел естественный процесс разложения отходов. Было выявлено, что разложение полиэтилена схоже с лигнинолитическими грибами, у которых внеклеточный фермент состоит из оксидаз, лакказ и пероксидов, что приводит к получению внеклеточной перекиси водорода. Первичная деградация приводит к получению CH_4 , CO_2 и H_2O .

Были проведены опыты по влиянию бытового полиэтилена на рыб и моллюсков. Опыты показали что при добавлении полиэтилена в корм заметных изменений в поведении рыб не наблюдалось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Grover Alka, Gupta Akanksha, Chandra Shivani et al. Polythene and environment // Environmental sciences: an international journal of environmental physiology and toxicology. – 2015. – № 5 (6). – P. 1091–1105.
2. Bockhorn H., Hornung A., Hornung U. Mechanisms and kinetics of thermal decomposition of plastics from isothermal and dynamic measurements // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. – 1999. – № 50. – P. 77–101.
3. Bonhomme S., Cuer A., Delort A.M. et al. Environmental biodegradation of polythene // Polymer Degradation and Stability. – 2003. – № 81. – P. 441–452.
4. Ademiluyi T., Adebayo T.A. Fuel gases from pyrolysis of waste polyethylene sachets, Journal of Applied Science and Environmental Management. – 2007. – № 11 (2). – P. 21–26.

УДК 504.61

ВОСПРИЯТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ СТУДЕНТАМИ ПЕРВОГО КУРСА УНИВЕРСИТЕТА

А.В. Бычков, В.Г. Мартынов, студенты

*Научный руководитель Н.Н. Несмелова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.
г. Томск, ТУСУР, nina.n.nesmelova@tusur.ru*

Окружающая среда человека изменяется в ходе исторического развития. Для современного общества характерно стремительное развитие её информационных компонентов. В статье рассматривается субъективное восприятие учебной информационной нагрузки студентами университета. Анкетирование первокурсников показало, что многие из них воспринимают информационную среду вуза как источник стресса. Одной из причин этого может быть недостаточное понимание значимости изучаемых дисциплин для будущей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: информационные компоненты окружающей среды, информационная нагрузка, адаптация, студенты.

Информационная среда становится основной средой обитания современного человека [1]. Осознание высокой экологической значимости информации привело к возникновению новой научной дисциплины – «Информационная экология» [2]. Современные информационные технологии оказывают огромное влияние на развитие науки, техники, общественных отношений, а также на жизнь и здоровье людей, их привычки, психологические особенности, восприятие окружающего мира, характер мышления и трудовой деятельности [3]. Масштабы этих изменений позволяют говорить о появлении нового эволюционного феномена – «Homo informaticus» [4]. Однако в эмпирических исследованиях не всегда удается продемонстрировать психологические различия между представителями разных поколений, что позволяет сомневаться в наличии принципиального влияния информационной среды на психику [5]. Любые изменения среды требуют включения механизмов адаптации, которые по отношению к информационным факторам являются недостаточно изученными [6]. Как любой экологический фактор, информационная нагрузка подчиняется закону оптимума: существует определенный диапазон действия фактора, при котором организм находится в комфортном состоянии и затраты ресурсов на адаптацию к действию фактора минимальны. При большей или меньшей интенсивности действия фактора затраты ресурсов увеличиваются. Чрезмерная информационная нагрузка приводит к развитию стресса, последствия которого проявляются нервно-психическими и другими заболеваниями, трудностями в обучении и социализации [7]. Недостаток информационной нагрузки приводит к состоянию скуки, а затем – информационной депривации [8]. Таким образом, проблема влияния информационной среды на современного человека актуальна и недостаточно изучена.

Целью данной работы является исследование субъективного восприятия информационной нагрузки студентами первого курса технического университета. На вопросы специально разработанной анкеты (таблица) ответили 35 человек – первокурсники, обучающиеся по направлению «Экология и природопользование».

Обработка результатов анкетирования проведена с помощью электронной таблицы «OpenOffice Calc» (см. таблицу). Оказалось, что большинство первокурсников считают свою учебную информационную нагрузку оптимальной (49%) или повышенной (40%). Большинство первокурсников (87%) оценили учебную информационную нагрузку как посильную, однако 43% респондентов испытывают стресс из-за чрезмерной нагрузки, 37% беспокоятся о возможном отчислении из университета. Значительная часть студентов (40%) считает, что

примерно половина дисциплин, которые они изучают, не нужны для будущей профессии. Еще 29% воспринимают как ненужные некоторые дисциплины, и только 14% первокурсников ответили, что в будущей профессии потребуются знания, полученные при изучении всех дисциплин.

**Анкета «Восприятие информационной нагрузки»
и результаты анкетирования студентов первого курса**

№	Вопрос	Варианты ответов	Результат	
			Количество	Доля, %
1	Как можно оценить в баллах Вашу информационную нагрузку?	1 – отсутствует	1	3
		2 – недостаточная	1	3
		3 – оптимальная	17	49
		4 – повышенная	14	40
		5 – чрезмерная	2	6
2	Считаете ли Вы свою информационную нагрузку посильной?	Нет	6	17
		Да	29	83
3	Испытываете ли Вы стресс из-за чрезмерной нагрузки?	Нет	20	57
		Да	15	43
4	Беспокоитесь ли Вы о возможном отчислении из университета?	Нет	22	63
		Да	13	37
5	Верно ли, что среди изучаемых Вами дисциплин есть такие, которые не нужны для будущей профессии?	1 – почти все	1	3
		2 – большая часть	5	14
		3 – половина	14	40
		4 – некоторые	10	29
		5 – нет, нужны все	5	14

Таким образом, анкетирование показало, что информационная среда университета воспринимается многими первокурсниками как источник стресса. Одной из причин этого может быть непонимание значимости учебной информации для будущей профессиональной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берман Н.Д. Влияние информационной среды на экологию человека // Современные исследования социальных проблем. – 2017. – Т. 8, № 11. – С. 140–147.
2. Гапанович С.О., Левченко В.Ф. К вопросу об информационной антропоэкологии // Принципы экологии. – 2017. – № 4. – С. 4–16.
3. Тетерин И.И. Мышление в условиях современного информационного пространства: существенные характеристики, пути развития // Время науки. – 2014. – № 2. – С. 73–77.

4. Курбатов В.И., Папа О.М. «Homo informaticus» – человек информационной эпохи: характерологические черты // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2017. – № 1. – С. 46–51.

5. Чудова Н.В. Эмпирическое исследование проблемы влияния информационной среды на психологические особенности человека // Системный анализ и информационные технологии. – 2017. – С. 488–492.

6. Тимошенко Т.В. Адаптация человека к современной информационной среде // Изв. ЮФУ. Технические науки. – 2012. – Т. 136, № 11. – С. 155–159.

7. Дружилов С.А. «Загрязненность» информационной среды и проблемы психологического здоровья личности // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 4. – С. 89–92.

8. Алексеенкова Е.Г. Личность в условиях психической депривации: учеб. пособие. – СПб.: Питер, 2009. – 110 с.

УДК 504.064.36

МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ГОРОДА

Л.Н. Горина, зав. каф. УПиЭБ, д.пед.н. проф.;

М.Д. Чивелёва, студентка

*г. Тольятти, ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный
университет», gorina@tltsu.ru, zolyshka63@mail.ru*

Одним из национальных проектов РФ является развитие экологии, в котором есть раздел «Чистый воздух» с финансированием 500,1 млрд рублей. Данный проект подтверждает актуальность обеспечения снижения антропогенного воздействия на атмосферный воздух. В качестве показателей реализации проекта зафиксировано снижение суммарного количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 22%, и доведение до нулевого количество городов с высоким индексом загрязнения атмосферного воздуха. На основании вышесказанного исследование методов и способов фактического состояния атмосферного воздуха в населённых пунктах и уровня загрязнения его от техногенных источников позволяет разрабатывать мероприятия по снижению антропогенного загрязнения и тем самым выполнить показатели федерального проекта [1].

Ключевые слова: национальный проект РФ до 2024 г., экология, атмосфера, воздух, выблопы, загрязнённость, запылённость, чистый воздух, промышленные предприятия, СИБУР, вредные вещества, каучук.

Чтобы добиться качественного изменения городской среды при условии снижения загрязнения и объемов выбросов, необходимо провести ряд задач: определить основные источники загрязнения атмосферы, проанализировать количественный и качественный состав вредных веществ, разработать рекомендации для улучшения атмосферы города.

Для начала мы рассмотрели выбросы от одного авто и выявили его объем выбросов вредных веществ за год.

После этого мы увеличили число автотранспорта до 19000 шт. за сутки для получения более точных данных (табл. 1).

Таблица 1

Выброс 19000 шт. авто за среднесуточный пробег 100 км

Выбросы	Бензиновые двигатели			Дизели			Вид воздействия
	Сутки, т	Месяц, т	Год, т	Сутки, т	Месяц, т	Год, т	
Оксид азота	0,975	29,25	351,0	1,2	36,0	432,0	Токсичен
Альдегиды	0,004	0,1125	1,35	0,005	0,15	1,8	Токсичен
Углеводороды	0,825	24,75	297,0	1,000	30,0	360,0	Токсичен
Оксид серы	0,023	0,675	8,100	0,014	0,42	5,04	Токсичен
Оксид углерода	3,750	112,500	1350,0	1,4	42,0	504,0	Канцероген
Бензпирен-3,4	0,0000003	0,000009	0,000108	0,0000004	0,000012	0,000144	Канцероген
Итого	5, 576	167, 288	2074,5	3,619	108,570	1302,84	—

По результатам оценки объема выбросов от автотранспорта утверждать, что именно данный фактор является основным источником загрязнения атмосферы, нельзя, поэтому необходимо рассматривать и другие возможные источники, например промышленное предприятие ООО «СИБУР» (табл. 2) [2].

Таблица 2

Объем выбросов от ООО «СИБУР», т в год

Вещества	Объем выбросов	
	кг/т	Т в год
1	2	3
Каучук синтетический цис-изопреновый (СКИ)		
Оксид азота (в сумме)	0,01	0,58
Углеводороды предельные C ₁ –C ₅ (исключая метан)	10	580
Углеводороды предельные C ₆ –C ₁₀	2,1	121,8
Амилены (смесь изомеров)	4,1	237,8
Метилбензол (толуол)	3,2	185,6
Изопрен (2-метилбутадиен-1,3)	1,2	69,6
Каучук синтетический цис-бутилкаучук (БК)		
Углерода оксид	$0,97 \times 10^{-2}$	0,5917
Хлор	$0,34 \times 10^{-2}$	0,2074
Хлористый водород	$0,88 \times 10^{-2}$	0,5368
Углеводороды предельные C ₁ –C ₅ (исключая метан)	0,76	46,36
Углеводороды предельные C ₆ –C ₁₀	1,54	93,94
Этилен	0,60	36,60
Минеральное масло	$0,32 \times 10^{-2}$	0,1952
Этиленгликоль (1,2-этанediол)	$0,58 \times 10^{-2}$	0,3538

Продолжение табл. 2

1	2	3
Изобутелен (изобутен)	0,92	56,12
Изопрен (2-метилбутилен-1,3)	0,03	1,83
Пыль каучука БК	0,073	4,453
Каучук синтетический бутадиен-α-метилстирольный (СКМС)		
1,3-бутадиен (дивинил)	1,7	80,92
α-метилстирол	0,2	9,52
Минеральное масло	0,01	0,476
Каучук синтетический бутадиен-стирольный (СКС)		
Азота диоксид	0,20	9,52
Азота оксид	0,03	1,428
Серы диоксид	0,03	1,428
Углерода оксид	0,5	23,8
1,3-бутадиен (дивинил)	1,1	52,36

Проведено исследование, рассмотрен двойной подход оценки выбросов вредных веществ от автотранспорта и промышленных предприятий. Данную методологию мониторинга нужно распространить на все организации.

Стейкхолдерами проекта являются муниципальные образования, органы государственного надзора и контроля в области охраны окружающей среды (Роспотребнадзор, Росприроднадзор, ГИБДД), органы исполнительной власти (департамент городского хозяйства), промышленные предприятия. Заинтересовавшихся в проекте необходимо поставить на учёт, также провести расчет выбросов веществ, составить специальный городской атлас вредных веществ по объему от каждого потенциального источника загрязнения атмосферы.

Рекомендации:

Аудит и оптимизация объектов инфраструктуры (пешеходные переходы, светофоры, остановки транспорта).

Увеличение улиц с движением «зеленая волна».

Введение регулирования количества транспортных средств на улицах города (четные и нечетные дни).

Метеорологический мониторинг дней с НМУ и оперативное информирование промышленных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андриевская А. Что такое национальный проект «Экология» и как изменится Россия к 2024 году [Электронный ресурс]. – <https://recyclemag.ru/article/takoe-natsionalnii-proekt-ekologiya> (дата обращения: 9.03.2019).
2. <http://docs.cntd.ru/document/556173707> (дата обращения: 9.03.2019).

ВЛИЯНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ТУБИФИЦИТ

А.Д. Данилов, студент; А.П. Шкарупо, аспирант каф. РЭТЭМ

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

г. Томск, ТУСУР, adanilov1997@gmail.com

Изучена выживаемость тубифицид к загрязнению донных отложений дизельным топливом. В результате исследования были установлены границы выживаемости червей тубифицид в условиях загрязнения донных отложений при определенных концентрациях.

Ключевые слова: тубифицид, малощетинковые черви, дизельное топливо, загрязнение.

Тубифициды составляют одно из семейств класса малощетинковых червей – олигохет (oligochaeta). Это пресноводные формы, имеющие тонкое нитевидное тело, обычно красноватого цвета, состоящее из большого количества сегментов (до 100 и более). На каждом сегменте обычно располагаются четыре пучка щетинок. Средняя длина тубифицид 50–80 мм при весе (сыром) от 4 до 6 мг, но отдельные виды достигают 120–130 мм и даже больше при весе 11–13 мг.

Тубифициды живут в верхних слоях ила в построенных ими трубках. Зарываясь своими головными концами в ил, они пожирают его на глубину 2–6 см вместе со всеми находящимися в иле более мелкими организмами и огромным количеством различных бактерий. Пройдя через кишечник, частички ила в виде экскрементов выбрасываются червями на иловую поверхность [1].

Ранее проведены и изучены поведенческие реакции тубифицид под воздействием загрязнения донных отложений нефтепродуктами (численность, перемещение, возрастной состав). Об этом подробно писал в своих исследованиях Д.С. Воробьев. Он изучил перемещение тубифицид в нефтезагрязненных илах, влияние нефти и нефтепродуктов на макрозообентос, влияние плотности червей тубифицид на процессы очистки донных отложений от нефти [2].

Изучив достаточно большое количество существующей литературы по данной теме, было обнаружено, что отсутствуют исследования по влиянию дизельного топлива на червей тубифицид [3].

Цель работы: изучение выживаемости тубифицид к загрязнению донных отложений дизельным топливом.

Перед началом эксперимента был отобран ил с пресноводного водоема Савинское озеро, расположенное в пос. Зональная станция, Томского района. Затем ил очищался от крупнодисперсных крупинок и мусора.

В 4 емкости объемом 800 мл (0,8 л) засыпалось 120 г очищенного ила. В ил вешивалось дизельное топливо с концентрацией: 0,05 (ПДК в рыб хоз.); 0,1; 0,4; 0,8 мг/л. Ил после добавленного в него дизельного топлива тщательно перемешивался и оставлялся в закрытом виде на одни сутки, добавлялась дистиллированная аэрированная вода в объеме 300 мл, емкости закрывались и оставались на сутки. Через сутки после добавления воды, в подготовленные банки пересаживались черви тубифициды. В каждую банку по 10 особей. Банки оставались немного приоткрытыми, для того чтобы туда поступал воздух. Кормление червей проводилось за сутки до погружения их в загрязненную среду.

Черви находились в загрязненной воде 30 календарных дней. Температура в помещении, где проводился эксперимент, варьировалась от +16 до +22 °С. По истечении срока выдержки грунт извлекался из емкостей и проводился счет тубифицит в грунтах.

В грунте с концентрацией дизельного топлива 0,8 мг/л найдено 10 мертвых особей из 10 посаженных. Мертвые черви тубидициды характерно отличаются от живых цветом. Цвет тел мертвых особей белый.

В грунте с концентрацией дизельного топлива 0,4 мг/л найдено 3 живые особи и 7 мертвых из 10 посаженных. Цвет живых особей у основания тела был белый, что не характерно для данного вида червей. Поведенческие реакции замедленные – пониженная активность.

В грунте с концентрацией дизельного топлива 0,1 мг/л найдено 7 живых особей и 3 мертвых из 10 посаженных. Цвет тел живых особей соответствовал нормальной окраске. Двигательная активность выживших особей не заторможена.

В грунте с концентрацией дизельного топлива 0,05 мг/л найдено 4 живых особи и 6 мертвых из 10 посаженных. Цвет тел живых особей соответствовал нормальной окраске. Реакции не заторможены.

Следовательно, концентрация дизельного топлива в воде равная 0,4 мг/л (превышает ПДК в 8 раз), является пороговой для жизни червей тубифицид. Концентрации выше 0,4 мг/л вызывают летальный исход у всех посаженных особей. Можно наблюдать, что с уменьшением концентрации дизельного топлива выживаемость червей тубифицид растет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сборник Н.С. Очистка промышленных сточных вод / Сборник № 2_2. – 1959. – 106 с.
2. Воробьев Д.С. К вопросу устойчивости *Limnodrilus hoffmeisteri* (Oligochaeta, Tubificidae) к нефтяному загрязнению: Научная статья по специальности «Экология», 2008. – 6 с.

3. Воробьев Д.С. Перемещение *Limnodrilus Hoffmeisteri* (oligocheta, Tubificidae) в нефтезагрязненных илах: Научная статья по специальности «Экология», 2008. – 8 с.

УДК 614.8.084

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА ПО СИСТЕМЕ 5S

К.Б. Казакова, А.С. Канисеев, В.Н. Телешенко, студенты каф. УИ

Научный руководитель В.К. Жуков, доцент каф. УИ, к.пед.н.

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

Рассмотрена система 5S, которая является одним из инструментов концепции «бережливого производства». Данная система поможет верно сконструировать и соблюдать основополагающие нормативные документы, которые послужат улучшению условий и охраны труда работников. Организация рабочего места ведет к повышению безопасности, уменьшению числа ошибок и как следствие снижению травматизма на рабочем месте.

Ключевые слова: методика 5S, организация рабочего места, бережливое производство, охрана труда, повышение безопасности, увеличение производительности.

Каждую секунду в мире происходит множество великих экономических преобразований, качество производства продукции и оказание услуг улучшаются и встают на новый этап развития, выдвигаются различные реформаторские идеи и растет научно-технический прогресс. В условиях экономического кризиса повседневно производится сокращение рабочих мест, специалисты предприятий находятся в статусе незаинтересованности, рост производства продукции и оказания услуг снижается. Зачастую корень данной проблемы кроется глубоко в деятельности предприятия, а именно в условиях труда, их безопасности для специалистов организации. Разрешить возникшую проблему предприятия, поднять организацию на новый уровень развития поможет система японской организации производства 5S.

Чистота рабочего места является основой для многих улучшений, а именно: увеличение производительности, снижение времени, которое тратится на поиск нужных инструментов для работы специалиста, повышение безопасности, уменьшение числа ошибок и как следствие снижению травматизма на рабочем месте, сохранение качества в промышленных и других отраслях производства. Для того чтобы достичь отличных результатов, предприятию необходимо начать с малого, а именно с верно выстроенной организации рабочих мест своих спе-

циалистов, таким образом, система 5S является верным и актуальным решением в рамках организации.

Система 5S – это один из инструментов концепции «Бережливого производства», основоположником которой явилась широко известная японская компания Toyota, которая наряду с другими не менее развитыми компаниями, вкладывает в данную систему такое понятие, как «безопасность рабочего места специалиста». Система 5S поможет верно сконструировать и соблюдать основополагающие нормативные документы, которые послужат улучшению условий и охраны труда специалистов, важнейшими из которых являются: Федеральный закон от 17.07.1999 № 181-ФЗ (ред. от 09.05.2005, с изм. от 26.12.2005) «Об основах охраны труда в Российской Федерации» и «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) [1].

Система 5S необходима для увеличения эффективности производства, обеспечения безопасности рабочих мест, увеличения организованности не только рабочего места, но и специалиста, который работает за ним, уменьшения затрат и времени на выполнение работ.

Целью данной работы – является проведение теоретического анализа о том, что собой представляет система 5S. Для достижения поставленной цели были выдвинуты следующие задачи:

1. Изучить основы системы 5S;
2. Описать преимущества и проблемы внедрения системы 5S.

Система 5S представляет собой систему организации и упорядочивания рабочего места специалистов предприятия, таким образом принципы, заложенные в ней, направлены на наведение данного порядка [2]:

1. Первым принципом является сортировка. Основная идея заключается в том, что все используемые материалы, инструменты и оборудование должны быть разделены на рабочем месте на:

- постоянно используемые;
- иногда используемые;
- неиспользуемые (по методике 5S данные материалы в процессе сортировки помечаются красным цветом, после чего происходит их удаление из зоны рабочего места).

2. Вторым принципом является соблюдение порядка рабочего места специалиста. Задачей принципа является систематизация предметов, основанная на четырех правилах рационального расположения инструментов и материалов специалиста:

- рабочие инструменты не должны быть в поле зрения специалиста;
- расположение инструментов должно быть таким, чтобы ими было легко воспользоваться;

– инструменты на рабочем столе не должны мешать деятельности специалиста;

– необходимо чтобы все инструменты, при надобности, можно было без усилий вернуть на рабочее место.

3. Третий принцип – рабочее место должно постоянно содержаться в чистоте. Для достижения данного принципа следует:

– рабочую область разбивать на зоны. Разрабатываются схемы с расположением оборудования и неиспользованного пространства;

– обозначить специальную группу, ответственную за чистоту;

– назначить регламентированное время для уборки помещения.

4. Четвертый принцип – стандартизация. Необходимо описать и стандартизировать правила наведения порядка рабочей зоны, технологии работы и таким образом разработать нормативную документацию, в которой будут отражены все процедуры по рациональному содержанию места специалиста.

5. Последний принцип – это постоянное совершенствование. Заключается в использовании принципов системы 5S, а также постоянном прослеживании и модернизации ее процессов.

Основной проблемой внедрения системы 5S, как показывает практика предприятий, является отсутствие принятия нового способа работы специалистами организаций. Любая модернизация является для большинства специалистов серьезным препятствием в работе – она приносит в их повседневную рабочую деятельность неопределенность. Данная проблема может быть решена посредством поощрения специалистов за каждый шаг успешной реализации системы 5S, а также введением еженедельной системы награждения за отличные показатели реализации системы на рабочих местах. Оценку рабочих зон необходимо проводить еженедельно. В целях личной мотивации специалистов организации возможно ввести конкурс на лучшее рабочее место в отделе и далее в общем на предприятии. Результаты могут быть размещены на информационных стендах предприятия, где каждый из сотрудников может с ними ознакомиться. Такой метод способствует пониманию необходимости введенных изменений [1, 2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Хироюки Х. 5S для рабочих // Как улучшить свое рабочее место. – 2017. – № 2. – С. 159.

2. Фабрицио Т., Теппинг Д. 5S ДЛЯ ОФИСА // Как организовать и построить эффективное рабочее место. – 2016. – С. 214.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ОЧАГАХ АВАРИЙНОСТИ

В.Н. Телешенко, А.С. Канисеев, К.Б. Казакова, студенты каф. УИ

Научный руководитель В.К. Жуков, доцент каф. УИ, к.пед.н.

г. Томск, ТУСУР, teleshenko1993@mail.ru

Рассматривается вопрос повышения безопасности дорожного движения. Предупреждение дорожно-транспортной аварийности становится одной из серьезнейших социально-экономических проблем. Описаны некоторые факторы, обуславливающие вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий в очагах аварийности. Изучены ГОСТы, связанные с дорожным движением.

Ключевые слова: качество, дорожное движение, дорожно-транспортные происшествия, свод правил, ГОСТ.

Увеличение автомобильного парка и объема транспортировок приводит к увеличению насыщенности движения, что в условиях населенных пунктов вызывает появление транспортной проблемы. Она состоит из повышения транспортных задержек, образования заторов, что влечет снижение скорости сообщения, нецелесообразный перерасход горючего и высокий износ транспортных средств.

Одновременно увеличивается и число дорожно-транспортных происшествий, в которых погибает и приобретает ранения огромное количество людей, повреждаются и выходят из строя дорожное оборудование и грузы [1].

Обеспечение стремительного и безопасного движения в современных населенных пунктах требует использования комплекса мероприятий архитектурно-планировочного и организационного порядка. К числу архитектурно-планировочных событий относятся строительство новых и восстановление существующих улиц, строительство автотранспортных пересечений на разных уровнях, пешеходных тоннелей, объездных дорог вокруг городов с целью отвода транзитных транспортных потоков.

При реализации мероприятий по организации дорожного движения особое внимание уделяют внедрению технических средств: дорожных знаков и дорожной разметки, светофорного регулирования, дорожных ограждений и направляющих устройств.

Данная работа позволяет более подробно изучить существующие проблемы, связанные с обеспечением безопасности дорожного движения в очагах их аварийности [2].

Целью работы является проведение теоретического анализа данных для последующего повышения качества дорожного движения в очагах аварийности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать возможные причины и факторы, способствующие появлению и развитию дорожно-транспортных происшествий в очагах аварийности.

2. Изучить ГОСТы, связанные с дорожным движением.

В целях обеспечения безопасности дорожного движения премьер-министр России Дмитрий Медведев подписал Распоряжение Правительства от 4 ноября 2017 г. № 2438-р, содержащее перечень документов по стандартизации, в определенной части обязательных к исполнению. В его состав вошли 17 межгосударственных и национальных стандартов и 4 свода правил [3].

Для каждого аварийного участка дороги должен быть создан комплекс методологических принципов, который включает в себя оценку качества и оптимизацию принимаемых решений по критерию минимизации суммарных потерь, оценку качества и оптимизацию внедряемых мероприятий. Также нужно разрабатывать методологические принципы обязательной, оперативной, контрольной оценки аварийности, основанные на проведении этой оценки на реальном объекте по усовершенствованному методу конфликтных ситуаций в процессе внедрения мероприятий, позволяющие оперативно обнаружить и устранить возможные недоработки или ошибки, допущенные в процессе принятия решений, выбора, разработки или внедрения мероприятий, и тем самым повысить безопасность дорожного движения на объекте.

Потери в дорожном движении достигли таких масштабов, что стали представлять значимую угрозу для безопасности страны. Суммарные потери в дорожном движении Российской Федерации оцениваются в миллиарды рублей в год. При этом около 80% потерь происходит в населенных пунктах. Дорожное движение содержит аварийную, экологическую, экономическую и социальную угрозы. Для участников движения из всех угроз наиважнейшей является аварийность, поскольку она непосредственно касается их жизни, здоровья и благополучия. Поэтому борьба с аварийностью имеет не только экономическую, но и большую социальную значимость и является делом государственной важности.

На сегодняшний день в рамках данной работы планируется выявить очаги аварийности на территории города Томска и впоследст-

вии разработать план мероприятий и рекомендаций для каждого конкретного аварийного участка дороги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Б.А. Безопасность движения автомобильного транспорта. – М.: ДОСААФ, 2015. – С. 250–270.

2. Повышение качества дорожного движения в очагах аварийности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [//cyberleninka.ru/article/v/povyshenie-kachestva-dorozhnogo-dvizheniya-v-ochagah-avariynosti](http://cyberleninka.ru/article/v/povyshenie-kachestva-dorozhnogo-dvizheniya-v-ochagah-avariynosti) (дата обращения: 20.01.2019).

3. ГОСТы регламентирующие безопасность дорожного движения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [//ohranatruda.ru/news/896/254387](http://ohranatruda.ru/news/896/254387) (дата обращения: 15. 02. 2019).

УДК 377.4

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ОХРАНЕ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

А.С. Канисеев, К.Б. Казакова, В.Н. Телещенко, студенты каф. УИ

Научный руководитель В.К. Жуков, доцент каф. УИ, к.пед.н.

г. Томск, ТУСУР, kaniseev-artyom@yandex.ru

Рассмотрены способы оптимизации процесса обучения охране труда на одном из томских промышленных предприятий посредством внедрения системы электронного контроля знаний. Предполагается, что данный подход значительно сократит время, затрачиваемое на обучение, отрыв от производства работников, снижение простоя цехов, и повысит качество контроля знаний, исключив из него человеческий фактор.

Ключевые слова: система дистанционного обучения, контроль знаний, обучение охране труда, внедрение, оптимизация, электронное обучение.

Вопросы автоматизации и компьютеризации образовательных процессов на сегодняшний день становятся все более популярными и охватывают различные образовательные сферы. Так, например, Стенфордский университет, занимающий лидирующие позиции в этом направлении, имеет на своем счету развитую систему онлайн-курсов, которая в свою очередь привлекает к обучению и развитию миллионы людей [1].

Системы электронного обучения обладают достаточным количеством плюсов, среди которых:

– выбор удобного темпа и последовательности обучения с учетом индивидуальных особенностей;

- обучение из любой точки при наличии подключения к сети и ПК или гаджета;
- исключение человеческого фактора при проведении контрольных испытаний;
- доступ к методическим материалам в любое время и др.

Но основным преимуществом системы электронного обучения для обучения работников правилам и нормам охраны труда является возможность снижения времени, затрачиваемого на процесс обучения, и сокращения отрыва от производства работников.

На сегодняшний день существует несколько вариантов внедрения системы электронного обучения на предприятии. В данной работе рассмотрим некоторые из них:

- готовое решение с предоставлением методической части и хостинга;
- использование готового решения с предоставлением методической части и установкой программного обеспечения на собственные вычислительные мощности;
- установка программного обеспечения на собственные вычислительные мощности и разработка собственного методического обеспечения [2].

Подробнее каждый из вариантов рассмотрен в работе «К вопросу оптимизации процесса обучения нормам и требованиям охраны труда через внедрение электронной системы обучения на предприятии».

Для внедрения на предприятии со штатной численностью порядка 1500 работников, специфичными видами работ и хранением государственной и коммерческой патентной тайны целесообразно устанавливать программное обеспечение на собственные вычислительные мощности с разработкой собственного методического обеспечения. Для использования данного подхода в рамках предприятия необходимы:

- обеспечение вычислительных мощностей;
- компьютеризация рабочих мест в пределах возможностей и/или компьютерный кабинет для проведения контроля знаний, например для слесаря, чье рабочее место достаточно сложно компьютеризировать;
- обеспечение локального соединения;
- наличие IT-специалистов, способных установить и настроить программное обеспечение, а также поддерживать его работоспособность;
- наличие специалистов, компетентных в вопросах охраны труда и способных разработать методический материал для обучения и контроля знаний;

– наличие специалиста, который способен администрировать систему.

Помимо необходимых элементов, перечисленных выше, следует отметить, что процесс внедрения, запуска и функционирования системы будет уникальным для каждого конкретного предприятия. Также, говоря о внедрении системы электронного обучения, необходимо учитывать и экономическую составляющую данного вопроса: покупка системы электронного обучения, финансовые вложения на внедрение и поддержку функционирования системы. Тем не менее внедрение системы электронного обучения в долгосрочной перспективе позволит снизить финансовые затраты на организацию и проведение обучения, оптимизировать процесс трансляции и контроля знаний.

Учитывая тот факт, что подобный подход позволит разгрузить комиссию по охране труда, специалиста по охране труда, занимающегося вопросами организации обучения, снизить время, затрачиваемое на обучение, снизить отрыв от производства работников, уменьшить простой цехов и повысить качество контроля знаний, имеет смысл рассмотреть целесообразность внедрения системы электронного обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петькова Ю.Р. История развития дистанционного образования. Положительные и отрицательные стороны МООС // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 3. – С. 199–204.
2. Сердюк В.С., Ушаков И.В. Обучение по охране труда на основе информационных технологий и средств дистанционного образования // Матер. межрегион. науч.-практ. конф. «Образование через всю жизнь. проблемы образования взрослых в Западно-Сибирском регионе», Омск, 6–7 ноября 2014 г. – Омск: полиграфический центр КАН, 2014, – С. 324–327.

УДК 614.849

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЖАРНОГО РИСКА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ FENIX +2

Е.В. Киселёва, студентка каф. РЭТЭМ

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

г. Томск, TUSCVP, kat_1995_12@mail.ru

Рассматривается программа Fenix+2 для моделирования пожарного риска и делается вывод о целесообразности ее применения в учебном процессе.

Ключевые слова: пожарный риск, моделирование, компьютерная технология, программа.

По мере интеллектуального развития человечества (овладения огнем, ремеслами, различными производственными технологиями и процессами, строительной практикой и пр.) появились новые виды опасностей и, прежде всего, пожарная опасность [1].

Ежегодно от пожаров погибает много людей и наносится большой материальный ущерб, поэтому любые способы снижения пожарного риска являются очень важными [2].

Поскольку риск зависит от вероятности реализации опасности, то методы снижения риска могут быть направлены либо на снижение частоты пожаров, либо на снижение ущерба от пожаров. Моделирование распространения пожара направлено на снижение ущерба от пожара и предполагает расчет времени и путей эвакуации людей. Для этого существуют специальные компьютерные технологии, основными качествами которых являются быстрота и легкость выполнения как небольших, так и масштабных проектов [3].

В настоящее время кафедре РЭТЭМ предоставлена лицензия на использование программы Fenix+2 для учебных целей по договору с фирмой производителя [4].

Целью данной работы является изучение функциональных возможностей программы с точки зрения её применения в учебном процессе при подготовке специалистов по технической безопасности.

Программа Fenix+2 предназначена для:

- определения величины индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности согласно Приложению к приказу МЧС России от 30.06.09 г. № 382 (с изменениями от 12.12.2011 г. в ред. приказа МЧС России № 749 и с изменениями от 02.12.2015 г. в ред. приказа МЧС России № 632);

- определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах согласно приложению к приказу МЧС России от 10.07.09 г. № 404 (с изменениями от 14.12.2010 г. в ред. приказа МЧС России № 649).

Кроме того, программа позволяет независимо провести моделирование эвакуации людей и моделирование динамики развития пожара в здании. Моделирование динамики развития пожара проводится по полевой модели с помощью программы FDS (Fire Dynamic Simulator) разработанной Национальным институтом стандартов и технологии НИСТ/NIST, США. Моделирование эвакуации проводится по индивидуально-поточной модели движения людей, реализованной в Fenix+ / Fenix+2 согласно приложению к приказу МЧС России от 30.06.09 г. № 382 (с изменениями от 12.12.2011 г. № 749 и с изменениями от 02.12.2015 г. в ред. приказа МЧС России № 632) [5].

Изучение возможностей программы Fenix +2 показало, что на её основе возможно создание лабораторных работ по дисциплинам «Промышленная безопасность», «Теория горения и взрыва».

На основе программы можно реализовать следующие лабораторные работы:

- 1) моделирование эвакуации людей;
- 2) моделирование динамики развития пожара;
- 3) расчет пожарного риска для гражданских и производственных объектов.

Выполнение этих работ позволит студентам познакомиться с методиками расчета времени эвакуации людей и пожарного риска и построения сценария развития пожара. Для этого необходимы соответствующие учебно-методические разработки, которые будут реализованы в ближайшее время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трушов Н.В. Риски. Методика расчета пожарных рисков // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2014. – № 1 (5). – С. 297–300.
2. Статистика российских пожаров и погибших в них 2000–2018 гг. [Электронный курс]. – Режим доступа: <https://www.industri-survey.com/single-post/> (дата обращения: 07.03.2019).
3. АРТ 1201. Расчет пожарных рисков [Электронный курс]. – Режим доступа: <https://pk-pb.ru/povyshenie-kvalifikacii/art-112-raschet-pozharnyx-riskov/> (дата обращения: 07.03.2019).
4. Fenix+ [Электронный курс]. – Режим доступа: <https://mst.su/fenix/> (дата обращения: 01.03.2019).
5. Fenix+ / Fenix+2. Руководство пользователя [Электронный курс]. – Режим доступа: https://mst.su/fenix/download/fenixplus_userguide.pdf (дата обращения: 01.03.2019).

УДК 574

ВЛИЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА КАЧЕСТВО ВОДЫ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ Г. НОВОСИБИРСКА

*Д.Е. Киндер, О.О. Кустош, А.Э. Мирзалиева,
студенты каф. СПКиОВР*

*Научный руководитель А.С. Тушина, ст. преп. каф. строительного
производства, конструкций и охраны водных ресурсов
г. Новосибирск, ФГБОУ ВО «СГУВТ», tytylechka@mail.ru*

Выявлена взаимосвязь между концентрациями загрязняющих веществ в воде водоемов и снежном покрове, прилегающем к данным водоемам.

Ключевые слова: Новосибирск, снежный покров, загрязняющие вещества, качество воды, водоемы.

Стремительное развитие технического прогресса напрямую скажется на экологической обстановке окружающей среды во всем мире.

Заводы, предприятия, фабрики и другие различные производственные сооружения в ходе своей деятельности выбрасывают загрязняющие вещества в атмосферу, сбрасывают промышленные стоки в водоемы, а также загрязняют почву при утилизации отходов.

Снежный покров в своем составе имеет способность накапливать практически все загрязняющие вещества, поступающие в атмосферу. В этой связи снежный покров допускается возможным рассматривать в качестве индикатора загрязнения как атмосферных осадков, так и самого атмосферного воздуха, а в дальнейшем и загрязнения почвы и водных объектов.

Различные вредные загрязняющие вещества могут накапливаться в снежном покрове, которые в последующем при таянии снега поступают в открытые и подземные водоемы, почву, тем самым загрязняя их. Проводя анализ качества снежного покрова, появляется возможность оценки распределения загрязняющих веществ по территории г. Новосибирска, дополнительно появляется достоверная картина зон влияния разных объектов на состояние окружающей среды города.

Экологическая ситуация, сложившаяся на малых водоёмах г. Новосибирска, требует пристального внимания, поскольку их изучением до 2011 г. не занимались. В работе исследования направлены непосредственно на поверхностное питание водных объектов. Поскольку снег является источником питания малых водоемов, следовательно, загрязняющие снег вещества попадают при его таянии в изучаемые водоемы с поверхностным стоком. Находясь в городской черте, вблизи городской застройки водоёмы также подвержены антропогенному загрязнению. В имеющихся описаниях водных объектов и ухудшения их гидрохимических показателей проводится связь только с антропогенной нагрузкой. Однако взаимосвязи между концентрациями загрязняющих веществ в снеге и водоемах не изучались прежде.

Цель исследования заключалась в выявлении взаимосвязи между концентрациями загрязняющих веществ в воде водоемов и снежном покрове, прилегающем к данным водоемам.

Качество снежного покрова определялось путем исследования проб, отобранных в конце холодного периода в 2015–2017 гг., а именно в конце февраля–марте, поскольку проба по всей толще снежного покрова дает наиболее представительные данные об имеющемся загрязнении за период от установления постоянного снежного покрова до момента пробоотбора, т.е. практически за весь отопительный се-

зон. Отбор проб снега на территории города и расчеты степени его загрязнения выполнялись в соответствии с «Методическими рекомендациями» [1].

В ходе работы были определены следующие показатели: pH, взвешенные вещества, нефтепродукты, металлы (хром, цинк, свинец, кадмий, никель, марганец, железо, медь, алюминий). На территории города вблизи точек пробоотбора снежного покрова были отобраны пробы воды и проведен анализ химического состава воды.

Основными загрязняющими веществами были железо, алюминий, цинк, марганец, нефтепродукты и взвешенные вещества. Стоит отметить, что на территории г. Новосибирска фоновые концентрации железа и марганца выше допустимых значений, однако превышение остальных показателей имеет, как правило, антропогенный характер. Концентрация загрязняющих веществ в снеге значительно превышает концентрацию загрязняющих веществ в малых водоемах. При таянии снега все загрязняющие вещества попадают в водоемы, тем самым загрязняя их.

В ходе работы была выявлена тесная взаимосвязь качества воды водоемов и снежного покрова, и, как следствие, нарушение в одном из них может привести к негативным последствиям, влияющим на здоровье человека и живых организмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве (утв. гл. государственным санитарным врачом СССР 15 мая 1990 г. № 5174-90). – М.: ИМГРЭ, 1990.

УДК 433

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК

А.О. Миллер, студент

*Научный руководитель Т.В. Денисова, доцент каф. РЭТЭМ
г. Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, wow201121@mail.ru*

Рассматриваются основы в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами, а также представлена эффективность работы Томской области по ликвидации несанкционированных свалок.

Ключевые слова: свалка, отходы, почвы, мусор.

Термин «несанкционированная свалка», являясь общепринятым, в основном используется в административных структурах и обозначает самовольный сброс, так называемые «стихийные навалы», разме-

щение или складирование отходов, т.е. незаконный характер данных деяний [1].

Долгий период времени в России не было понятия «несанкционированная свалка», явление фактически было за пределами нормативно-правового регулирования, экологические требования к которому не могли быть установлены по определению. Сильнее всего экологическая проблема несанкционированных свалок показала себя в период 1990-х гг., в это время государственная система обращения с отходами была дезорганизована. Образование несанкционированных свалок являлось нарушением земельного, природоохранного законодательства и считалось предметом ответственности различных ведомств, от городских служб ЖКХ и охраны окружающей среды до экологической милиции и государственного экологического контроля.

Со временем назрела необходимость проведения инвентаризации объектов размещения отходов на уровне субъектов РФ. Приказами МПР России № 829 и 1028 от 2003 г. предписывалось выделить те объекты размещения отходов, которые соответствуют требованиям, предъявляемым к ним природоохранным законодательством, т.е. на которых разрешено размещать отходы. Все остальные места размещения отходов подлежали отнесению их к несанкционированным объектам, подлежащим закрытию, консервации и рекультивации [2].

Почвы г. Томска за время своего развития претерпели значительное антропогенное, техногенное изменение и поэтому могут рассматриваться как антропогенно-измененные почвы или же как техногенные отложения.

В настоящее время предпосылок для существенного снижения образования бытовых отходов в ближайшем будущем нет как из-за роста объема промышленного производства, так и из-за опережающего роста уровня конечного потребления, в том числе бытовой, компьютерной и радиоэлектронной техники, предметов домашнего обихода, одежды, автотранспорта и т.д. Но уже на протяжении нескольких десятилетий в мире происходит изменение взгляда на то, что же такое бытовые отходы. На всех уровнях власти признается факт угрозы смешанной массы, раздельный сбор является желаемой целью управления отходами, выделения полезных компонентов из состава. На территории г. Томска количество несанкционированных свалок растет. Службы города оперативно обнаруживают эти стихийные навалы в том числе благодаря общественному сайту <http://kartasvalok.ru/>, и убирают их.

ОНФ представил рейтинг регионов по эффективности ликвидации незаконных свалок, основанный на данных ресурса «Интерактив-

ная карта свалок». По его итогам Томская область признана лучшей – на территории региона ликвидировано 593 из 677 свалок [3].

В городских экосистемах, которые находятся вдали от достижения экологического равновесия, загрязнение окружающей среды и ухудшение условий обитания живых организмов, включая самого человека, являются побудительными причинами для проведения научного поиска решений данных проблем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Crackdown on illegal dumping. Handbook for Local Government / Department of Environment and Climate Change NSW. – DECC. – 2008/45. – 133 p.
2. Яковлев А.С. Оценка реального воздействия и потенциальной опасности объектов размещения отходов // Экология производства. – 2007. – № 4. – С. 44–47.
3. Режим доступа: gia.tomsk.ru (дата обращения: 10.03.2019).

УДК 662.24

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

К.А. Моисеенко, студент

*Научный руководитель М.С. Черемискина, ассистент отведения
общетехнических дисциплин*

г. Томск, НИ ТПУ, Kostya-1024@mail.ru

Разработка и эксплуатация месторождений невозможны без электрооборудования. Повышенная опасность объектов добычи предполагает соблюдение правил электробезопасности и охраны труда.

Ключевые слова: безопасность, охрана труда, нефтедобыча, заземление, электробезопасность, оборудование, автоматизированные системы управления.

Во всех отраслях промышленности, а также в процессе жизнедеятельности человека широко применяется электронное и электрическое оборудование, нефтегазовая отрасль не является исключением. При освоении нефтяных и газовых скважин применяются силовое оборудование, различная автоматика, системы контроля и мониторинга. Нарушения условий эксплуатации, износ электрических систем несут в себе опасность, которая представлена на рис. 1.

Для предотвращения возникновения аварийных ситуаций при выходе из строя какой-либо конструкции, установки или прибора, а также халатности рабочего, мастера или инженера на предприятиях создают системы технических и организационных мер, основанных на правилах безопасности жизнедеятельности и охраны труда.

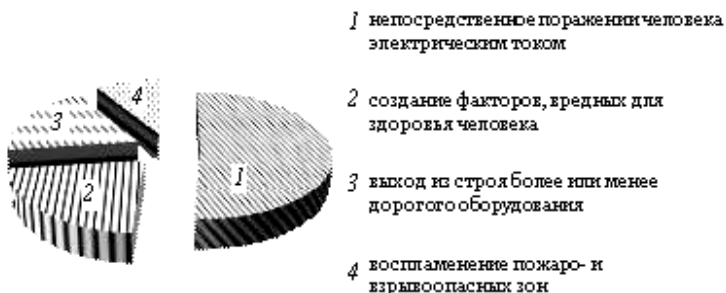


Рис. 1. Статистика травматизма на производстве

К техническим мерам можно отнести:

- своевременное включение/отключение оборудования;
- ограничение доступа к оборудованию (замки);
- предупреждающие надписи;
- качественную изоляцию и заземление;
- системы оповещения;
- соблюдение мер защиты оборудования.

К организационным мероприятиям относятся:

- своевременное обучение персонала;
- соответствие квалификации персонала;
- оформление допусков к работе на оборудование.

Объекты нефтедобычи и газодобычи по степени поражения человека электрическим током причисляют к особо опасным, также многие зоны являются пожаро- или взрывоопасными. Все это требует соблюдения мер безопасности, изложенных в «Правилах безопасности в нефтяной и газовой промышленности» [3].

Для обеспечения безопасности, а также снижения риска прямого контакта работника с токоведущими частями используют автоматизированные системы управления.

Для объектов нефтегазовой отрасли АСУ обеспечивают технологические процессы прием информации о состоянии, создание автоматической защиты, управление и поддержание установленных режимов технологического оборудования. Для технологических процессов проводит мониторинг параметров и дистанционное управление. Фиксирует отказы оборудования при его работе и при переключениях, формирует отчёты и сводки, взаимодействует со смежными системами, а также ведет историю изменения параметров, событий и действий оператора.

АСУ объектов нефтегазовой отрасли трёх уровней. На нижнем уровне системы находятся первичные средства измерения, датчики

технологических параметров, вторичные приборы, исполнительные механизмы и аппаратура местного управления, сигнализации. На среднем уровне на базе программируемых логических контроллеров установлены шкафы контроля и управления. Функции верхнего уровня системы: архивация событий уровней ниже и действий оператора, создание отчетов и сводок, мониторинг технологического процесса, оперативное управление параметрами и изменение уставок.

Заземление является одним из главных технических средств обеспечения электробезопасности нефтяного и газового оборудования, а также жизни и здоровья персонала. Оно является неотъемлемой составляющей качественной и бесперебойной работы оборудования. Вопросы заземления и занесения подробно рассмотрены в приказе Минэнерго РФ [1], правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок [2] и правилах безопасности в нефтяной и газовой промышленности [3].

Первое испытание заземления проводят до пуска буровой установки. Заземление трубопроводов и эстакад делают каждые 300 метров. Электроустановки, резервуары и металлические конструкции должны обладать отдельным контуром заземления.

На текущем этапе развития технологий промышленной безопасности уделяется повышенное внимание. Так как мы не можем полностью исключить человеческий фактор в нефтегазовой отрасли, строгое выполнение установленных норм и правил может свести к минимуму несчастные случаи и травматизм на производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Минэнерго РФ от 08.07.2002 № 204 «Об утверждении глав Правил устройства электроустановок».
2. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утв. Приказом Минтруда России от 24.07.2013 № 328н).
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (утв. Приказом Ростехнадзора от 12.03.2013 № 101).

УДК 574.2, 574.6

ВЛИЯНИЕ СВИНЦА НА ТУБИФИЦИДОВ

Л.М. Моисеева, студентка каф. РЭТЭМ

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

г. Томск, ТУСУР, miska5533@yandex.ru

В эксперименте исследуется влияние свинца на тубифицидов. Эксперимент показал, что при концентрациях 0,015 и 0,0075 мг/л черви чувствуют

себя более комфортно и способны к размножению, а концентрации 0,03 мг/л и выше ведет к снижению численности и гибели тубифицид.

Ключевые слова: свинец, тубифициды, малощетинковые.

Свинец и его соединения относятся к главным загрязнителям окружающей среды. За последние несколько лет степень концентрации в природе все больше возрастает в результате антропогенных нагрузок. Способность свинца накапливаться в живых организмах и растениях приводит к его пагубному влиянию на них [1]. Угроза свинца состоит в том, что он устойчив к разрушению на протяжении долгих лет, быстро накапливается в гидробионтах и достаточно долго выводится из организмов [2].

Целью работы является выявление экологического значения влияния свинца на тубифицидов.

Объекты исследования: тубифициды, семейство Трубочники или Тубифициды (Tubificidae), малощетинковые, являются донными организмами. Перед началом эксперимента черви проходили адаптацию в аквариуме с аэратором в течение месяца. В аквариум был насыпан грунт, взятый из р. Томь. Черви питаются быстрорастворимыми дрожжами, предварительно разбухшими, один раз в три недели. Для того чтобы определить, как влияет свинец на тубифицидов, был поставлен эксперимент с различными концентрациями данного металла:

1. Отобрано 40 червей, длиной 1–2 см, по 10 в каждую баночку объемом 200 мл. В баночки насыпали 50 г просеянного песка, наливали 50 мл настоявшейся воды и 50 мл с растворенным свинцом. Использовались следующие концентрации свинца: № 1 – ПДК 0,015 мг/л; № 2 – 0,03 мг/л (в 2 раза больше); № 3 – 0,0075 мг/л (в 2 раза меньше); № 4 – контроль, вода без свинца. На третьи сутки черви в баночке со свинцом вели себя малоактивно, а через неделю в баночке с концентрацией 0,03 мг/л было обнаружено 3 мертвых тубифицида.

2. Отобрано 40 червей длиной 1–2 см, по 10 в каждую баночку. В баночку насыпали 50 г просеянного песка, наливали 50 мл настоявшейся воды и 50 мл с растворенным свинцом. На третьи сутки черви, находившиеся в баночках со свинцом, вели себя малоактивно. На 14-е сутки был произведен пересчет червей: № 1 – из 10 особей 8 живых и 2 мертвых червя; № 2 – при пересчете было обнаружено 12 червей, из которых 6 живых; № 3 – при пересчете обнаружено 11 особей, из которых 9 живых; № 4 – обнаружено 15 особей, из которых 13 живые.

3. Добавлена новая концентрация 0,06 мг/л (в 4 раза больше). Отобрано 50 червей по 10 в каждую баночку. В баночки насыпали 50 г просеянного песка, наливали 50 мл настоявшейся воды и 50 мл с

растворенным свинцом. Уже на третьи сутки в баночке с концентрацией 0,06 мг/л было обнаружено 3 мертвых тубифицида, а с концентрацией 0,03 мг/л все 10 червей живы. В остальных баночках, где был свинец, черви вели себя пассивно. На седьмые сутки был произведен пересчет тубифицид: № 1 – насчитано 13 червей, из которых 3 мертвых; № 2 – из 10 червей живых 8; № 3 – при пересчете обнаружено 11 живых тубифицид; № 4 – из 7 червей в живых осталось 4; № 5 контроль – при пересчете обнаружено 12 живых особей. На 14-е сутки был произведен пересчет червей, находящихся в баночках с концентрацией 0,03 и 0,06 мг/л: концентрация 0,03 мг/л – обнаружено 11 червей, из которых 8 живых; концентрация 0,06 мг/л – в живых 4 особи из 4. Концентрация 0,06 мг/л является LD50.

Результаты эксперимента представлены в таблице.

Результаты эксперимента

Концентрация свинца мг/л	Всего особей	Живые особи на 7-е сутки	Живые особи на 14-е сутки
0,015	10	10	8
0,03	10	7–8	6
0,0075	10	10	9
0,06	10	4	4
0	10	11-12	13

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что наиболее негативными концентрациями для тубифицид являются 0,03 и 0,06 мг/л. Черви в контроле и в баночках с концентрациями 0,015; 0,03; 0,06 мг/л были рассмотрены под микроскопом. Внутреннее строение и цвет всех тубифицид не изменились. Установлено, что концентрация свинца 0,06 мг/л приводит к гибели половины особей и при этой концентрации тубифициды не размножались. Результаты могут быть использованы при проведении мониторинга состояния донных отложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ширинова М.К., Кулбалиева Ж.Ж. Анализ и гигиеническая оценка загрязнения свинцом почвы города Шымкента и его влияние на детский организм // Новые задачи современной медицины: матер. III Междунар. науч. конф., г. Санкт-Петербург, декабрь 2014 г. – СПб.: Заневская площадь, 2014. – С. 88–90.
2. Тяжелые металлы в экосистеме: влияние на гидробионтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://azniirrh.ru/novosti/tyazhelyie-metallyi-v-ekosisteme-vliyanie-na-gidrobiontov/> (дата обращения: 24.02.2019).

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ОСВЕЩЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ШПИНАТА

А.А. Мороз, студентка каф. РЭТЭМ

*Научный руководитель Е.Г. Незнамова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.
г. Томск, ТУСУР, univerh66@mail.ru*

*Проект ГПО РЭТЭМ-1403 «Выращивание травянистых
сельскохозяйственных культур в условиях искусственного освещения»*

Исследовано выращивание растений шпината в условиях закрытого грунта в сочетании со светодиодной досветкой растений. Выявлено влияние спектрального состава на рост и развитие шпината. Выращивание зелени и овощей в условиях закрытого грунта обеспечивает население продуктами в любое время года, а также производятся поставки на отечественный и зарубежный рынок.

Ключевые слова: предпосевная обработка семян, выращивание шпината в условиях светодиодного освещения, фитоспектры.

Давно известно, что все растения нуждаются в солнечном свете, который состоит из волн различных длин. Современные агропромышленные хозяйства используют светодиодную досветку в качестве источника искусственного света. Естественные условия освещения имитируются не только путём подбора цветовой температуры света и его спектральных характеристик, но и с помощью изменения интенсивности свечения ламп. В зависимости от вида выращиваемого растения, его биологических особенностей требуется определенный спектр, световая отдача и цветовая температура источника света [1, 2].

Свежая зелень необходима человеку круглый год. Благодаря зелени человек может получать суточную норму витаминов, микро- и макроэлементов, клетчатки. Одним из наиболее полезных овощей является шпинат, он и стал объектом исследования. Шпинат – скороспелый овощ [3, 4] и выращивается практически повсеместно [5, 6].

Целью данной работы являлось выявление влияния светодиодного освещения на развитие растений шпината. Для достижения поставленной цели было необходимо выполнить следующие задачи:

1. Провести эксперимент по выращиванию шпината под светодиодным освещением.

2. Проанализировать полученные результаты и выявить эффективные условия освещения для роста и развития растений шпината.

Шпинат относится к растениям умеренной освещенности, для которых требуется освещенность от 1000 до 5000 лк [7].

В эксперименте растения были поделены на три группы по 56 шт. в каждой. Растения группы № 1 были помещены под холодную белую светодиодную лампу со следующими характеристиками: коррелированная цветовая температура 7530 К, длинами волн 438,6; 485; 555 нм. Группа растений № 2 располагалась под красной лампой с характеристиками: более 16000 К, длинами волн, равными 395,7; 565; 646,8 нм. Третья группа была размещена под естественным освещением: 6000 К, длины волн от 440 до 700 нм. Фотопериод составил 12 ч. В качестве основных биометрических показателей для данного исследования были выбраны: высота стебля (гипокотиль), количество листьев, длина розеточного листа, количество цветущих растений. В ходе эксперимента были получены данные, представленные в таблице.

Результаты эксперимента

Измеряемый показатель растения	Характеристика источника света		
	Красная светодиодная установка	Белая светодиодная установка	Естественное освещение
Гипокотиль, см	1,6–3±0,29	1,3–2,5±0,51	1,3–2±0,49
Средняя длина листа, см	4,3–5,3±0,31	3,2–7,3±0,3	2,2–5
Количество листов, шт	16–22	14–20	2
Процент цветущих растений, %	42,8	53,6	–
Среднее содержание нитратов, мг/кг	101,5	97	–

В процессе исследования было отмечено, что растения, размещенные под светодиодной установкой с красным спектром, взошли раньше на 2 суток и начали активно расти в течение первой половины эксперимента. Данная группа растений имела самый высокий и плотный гипокотиль. При изучении внешнего строения листа хорошо видно, что на листовой пластинке растений четко выражены жилки. Среднее содержание нитратов в листьях приблизительно одинаково 101,5 мг/кг при норме 2000 мг/кг. Группа растений, выращенная под белым спектром, имела более выраженный аромат, но структура листа была сглажена. Растения равномерно росли на протяжении всего времени. Шпинат, выращиваемый под естественным освещением, не достиг стадии взрослого растения. На протяжении всего эксперимента наблюдалась низкая скорость роста, растения вытягивались, гипокотиль был тонкий и неустойчивый. Растения не дали основных листьев. Таким образом, можно сделать вывод о том, что искусственное светодиодное освещение позволяет получать полноценные растения шпината в зимний период в условиях Сибирского региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационный портал «Википедия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственное_освещение_растений (дата обращения: 12.02.2019).
2. Saving P., Rosa M.C. Comparisons of Different Lighting Systems for Horticultural Seedling Production Aimed at Energy / Sustainability. – 2018. – No. 10. – 3351 p.
3. Информационный портал «Заморозка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zamorozka54.ru/catalog/ovoshhi/shpinat> (дата обращения: 20.02.2019).
4. Информационный портал «Строй тело» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stroy-telo.com/dieta/produkty/shpinat-polza-i-vred-rasteniya.html> (дата обращения: 25.02.2019).
5. Информационный портал «Skalniki.com» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ww1.skalniki.com/?sub1=da4939e4-3822-11e9-b57e-b74115251075> (дата обращения: 12.01.2019).
6. Информационный портал «ГринИнфо» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.greeninfo.ru/vegetables/spinacia_oleracea/shpinat-ogorodnij-virashhivanie-sorta_art.html (дата обращения: 13.01.2019).
7. Информационный портал «МОЙ САД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moysad.ru/catalog/semena/zelen/spinat/spinat-povar-misa> (дата обращения: 30.12.18).

УДК 635.713

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРА НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА БАЗИЛИКА

П.В. Тимошенко, студентка каф. РЭТЭМ

*Научный руководитель Е.Г. Незнамова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.
г. Томск, ТУСУР, timoshenko-polya.v@yandex.ru*

Повышение эффективности выращивания растений в светокультуре во многом связано с внедрением прогрессивных технологий, предусматривающих, в частности, оптимизацию светового режима. Применение современных источников света позволяет существенно сократить энергозатраты на выращивание растений за счет высокой светоотдачи, длительного рабочего ресурса и возможности регулировать спектр излучения. Было проведено сравнительное изучение ростовых процессов и активности фотосинтетического аппарата у растения базилика (*Ocimum basilicum* L.) сорта Компатто при использовании светодиодных установок. Повышение интенсивности приводило к накоплению большей биомассы у растений. Ростовые процессы в зависимости от условий освещенности имели значительные отличия.

Ключевые слова: базилик, светодиодное освещение, рост, растения.

Многочисленные сорта базилика (*Ocimum basilicum* L.) пользуются большой популярностью в России. Благодаря высокому содержанию ароматических веществ в листьях и стеблях базилик используют как в свежем, так и в сушеном виде в качестве приправы. В то же время данное растение ценится как источник антиоксидантов, способствующих благоприятному воздействию на организм [1].

Повышение эффективности выращивания растений в светокультуре во многом связано с внедрением прогрессивных технологий, предусматривающих, в частности, оптимизацию светового режима. В настоящее время широко используются светильники, которые имеют максимумы поглощений в области 550–600 и 450 нм [2, 3]. Применение современных источников света позволяет существенно сократить энергозатраты на выращивание растений за счет высокой светоотдачи, длительного рабочего ресурса и возможности регулировать спектр излучения. Светодиоды могут служить дополнительными облучателями или полностью заменить традиционные источники света при выращивании растений [4, 5].

Целью работы является создание оптимального светового режима для роста и развития базилика.

Исследование проводилось с растениями базилика (*Ocimum basilicum* L.) сорта Компатто. Семена подразделяли на четыре группы, две из которых предварительно помещали под 10-минутное инфракрасное облучение, исходящее от аппарата «Геска-2», после чего семена всех групп высевались непосредственно в контейнеры размером 35×14 см.

Источниками света служили светодиодные лампы белого холодного спектра с длиной волны 565 нм и красно-синего спектра 485 нм, корреляционная цветовая температура которых составила 16000 и 7530 К соответственно. Лампы работали в автоматизированном режиме с двенадцатичасовым периодом. Исследования проводились в главном корпусе Томского университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР).

Для проведения измерений отбирались по 10 растений в каждом из вариантов. Замеры производились в период с 26.11 по 10.12.18 с интервалом в семь дней. Во время эксперимента регулярно проводились измерения таких биометрических показателей, как высота гипокотыля, диаметр розетки и ширина листьев. Среднестатистические значения по высоте гипокотыля и диаметру розетки и ширине листьев при различной освещенности представлены в таблице.

При анализе данных, предоставленных в таблице, можно отметить, что данные по высоте гипокотыля у растений, выращенных под

лампами белого спектра, не подвергнутые облучению, выше всех остальных. Исходя из данных, полученных в результате измерения розетки листьев, наибольшие значения наблюдались у растений базилика, подвергнувшихся 10-минутному облучению, выращенных как под красным, так и под белым спектрами.

Среднестатистические значения гипокотыля и диаметра розетки листьев базилика при различной освещенности

Дата измерения	Облученные (белый свет)		Необлученные (белый свет)		Облученные (красный свет)		Необлученные (красный свет)	
	Гипокотиль	Диаметр розетки	Гипокотиль	Диаметр розетки	Гипокотиль	Диаметр розетки	Гипокотиль	Диаметр розетки
26.11.2018	0,28±0,05	0,28±0,05	0,54±0,09	0,16±0,02	0,52±0,11	0,52±0,11	0,4±0,07	0,44±0,1
03.12.2018	0,66±0,11	1,44±0,21	0,74±0,1	0,98±0,13	0,72±0,1	1,14±0,06	0,74±0,1	1,04±0,12
10.12.2018	1,5±0,15	2,64±0,15	2,34±0,28	2,56±0,11	2,24±0,19	2,74±0,11	2,24±0,19	2,8±0,12
17.12.2018	3,5±0,31	2,82±0,09	3,5±0,32	3±0,22	3,5±0,31	4,32±0,49	2,88±0,24	2,58±0,18

Таким образом, были выявлены закономерности формирования продуктивности у растений базилика в условиях различной облученности при использовании светодиодных ламп. Использование светодиодов различных спектров приводило к большему накоплению биомассы у растений. Исследование ростовых процессов в зависимости от условий освещенности показало сложный характер изменения части из них при длительном воздействии света различного спектрального состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ğúlçin I., Elmastas M., Aboul-Enein H.Y. Determination of antioxidant and radical scavenging activity of Basil (*Ocimum basilicum* L. Family Lamiaceae) assayed by different methodologies. – *Phytother. Res.* – 2007. – No. 21. – P. 354–361.
2. Буткин А.В., Григорай Е.Е., Головки Т.К. и др. Культивирование салата в условиях защищенного грунта на Севере // *Аграрная наука.* – 2011. – № 8. – С. 24–26.
3. Далькэ И.В., Табаленкова Г.Н., Малышев Р.В. и др. Продуктивность и компонентный состав биомассы листового салата при разной интенсивности освещения в условиях защищенного грунта. // *Гавриш.* – 2013. – № 4. – С. 13–16.
4. Мартirosян Ю.Ц., Кособрухов А.А., Креславский В.Д., Мелик-Саркисов О.С. Фотосинтез и продуктивность растений картофеля при дополнительном облучении низкоэнергетическим светом 625 нм // *Картофелеводство.* – Минск, 2007. – Т. 13. – С. 65–73.
5. Yorío N.C., Goins G.D., Kagic H.K., Wheeler R.M., Sager J.C. Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation // *Hort. Sci.* – 2001. – No. 36. – P. 380–383.

**РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА
ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «РУСЛЕД»**

Е.С. Загородняя, В.С. Парамонов, студенты каф. РЭТЭМ

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

*г. Томск, ТУСУР, vvhappy@mail.ru, sergeklo760518@mail.ru,
soldatkinvs@main.tusur.ru*

*Проект РЭТЭМ-1901 «Разработка документов по обеспечению
безопасных условий труда на экспериментальных участках
для исследовательских испытаний технологических операций
производства электронной компонентной базы и энергоэффективных
световых устройств»*

Излагаются результаты анализа механизма штамповки ножек экспериментального стенда для отработки технологических операций изготовления светодиодных ламп на роботизированном интеллектуальном производственном участке на предмет безопасности труда и разработки инструкции по охране труда на механизмах штамповки ножек.

Ключевые слова: инструкция по охране труда, механизм штамповки ножек, светодиодные лампы, роботизированное интеллектуальное производство, производственные факторы.

В настоящее время в связи с широким развитием производства и производственного оборудования приходится больше уделять внимания безопасности и разработке инструкций по охране труда. Проблема современного мира в области охраны труда заключается в лояльном отношении к требованиям техники безопасности.

ТУСУР совместно с ООО «Руслед» выполняет работы в рамках Соглашения № 14.577.21.0266 о предоставлении субсидии от 26 сентября 2017 г. с Министерством образования и науки Российской Федерации по теме: «Разработка прототипов передовых технологических решений роботизированного интеллектуального производства электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств». В рамках выполнения работ планируется создание экспериментального стенда для отработки технологических операций изготовления светодиодных ламп на роботизированном интеллектуальном производственном участке [1].

Целью данной работы является разработка инструкции по охране труда для механизма штамповки ножек на предприятии ООО «Руслед».

ООО «Руслед» – это инновационное предприятие томского электролампового завода, которое нацелено на создание современных энергоэффективных и экологически безопасных ламп и светильников [2].

В связи с бурным развитием науки предприятие внедряет современное оборудование, которое требует разработки инструкций безопасной эксплуатации.

На рис. 1 представлен механизм штамповки ножек. Данное оборудование используется для сборки светодиодных ламп, которое содержит непрерывно движущийся цепной конвейер, карусель для загрузки тарелочек, конвейер для загрузки штангелей, механизм с воронками для загрузки электродов, горелки для нагрева стеклянных деталей и ножек, механизм штамповки и продувки отверстия в штангеле.

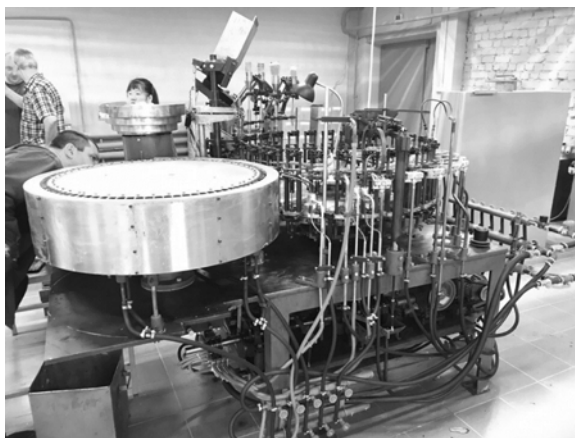


Рис. 1. Механизм штамповки ножек

Регулирует процесс штамповки ножек заготовщик деталей электровакуумных приборов. В перечень его обязанностей входит: получение у технолога тарелок, штабиков, штангелей, и токовых вводов; подготовка механизма к работе; контролирование автоматического процесса штамповки на механизме; выключение механизма штамповки; проведение внешнего осмотра штампованных ножек; проверка габаритных размеров штампованных ножек с помощью штангенциркуля; отбраковка штампованных ножек, не прошедших проверку; передача технологу партии готовых штампованных ножек.

Исследования показали, что при проведении операции штамповки ножек на работника могут воздействовать следующие вредные и опасные производственные факторы.

Физические: повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, открытое пламя, стеклобой, взрывоопасный природный газ, повышенный уровень шума.

Психофизиологические: напряжение зрения, напряжение внимания, интеллектуальные нагрузки, эмоциональные нагрузки, длительные статические нагрузки.

Проанализировав возможные вредные и опасные производственные факторы для технологической операции штамповки ножек, операционную карту универсальную ЕГВА.6022170.00020 ОКУ Штамповка ножек. Утв. 17.10.2018 г. и инструкцию по эксплуатации механизма штамповки ножек, разработан проект инструкции по охране труда.

Инструкция по охране труда была разработана в соответствии ст. 212 ТК РФ, и включает в себя разделы [3]: общие требования охраны труда; требования охраны труда перед началом работы; требования охраны труда во время работы; требования охраны труда в аварийных ситуациях; требования охраны труда по окончании работы.

Таким образом, опираясь на разработанную инструкцию по охране труда для механизма штамповки ножек, было выявлено, что для создания безопасных условий труда должны быть соблюдены следующие меры:

1. Во избежание воздействия опасных факторов операцию следует проводить в спецодежде.
2. Освещенность рабочего места должна быть не менее 400 лк.
3. Во избежание травмирования электрическим током работник должен соблюдать общие требования электробезопасности.
4. Знание требований по обеспечению пожаровзрывоопасности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки в рамках проекта RFMEFI57717X0266.

ЛИТЕРАТУРА

1. Туев В.И., Дмитриев В.М., Ганджа Т.В., Солдаткин В.С. Многоуровневая компьютерная модель технологического процесса производства светодиодных ламп // Научно-технические исследования в космических исследованиях Земли. – 2019. – Т. 11, № 1. – С. 86–98.
2. ООО «РУСЛЕД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ooo-rusled.promportal.ru> (дата обращения: 07.03.2019).
3. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 07.03.2019).

ЧИСЛЕННОСТЬ И ВИДОВОЙ СОСТАВ РАКОВИННЫХ АМЕБ В ПОЧВАХ ПОСЛЕ ПОЖАРА

Н.А. Пономаренко, студентка

*Научный руководитель Т.В. Денисова, доцент, к.б.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, creatingshine@yandex.ru*

Рассматривается влияние пожаров на сообщества раковинных амёб. Почвы, подверженные пожару, по сравнению с почвами, не тронутыми пожаром, показывают значительные изменения в численности и видовом разнообразии раковинных амёб.

Ключевые слова: раковинные амёбы, пожар.

Пожар – сильнейший антропогенный фактор, который оказывает влияние на почвенных простейших, что приводит к изменению видового состава и их численности, а также оказывает воздействие на свойства почвы, обедняет ее минеральный состав, нарушает среду обитания многих педобионтов. Тем не менее воздействие огня на лесные и болотные почвы остается не изученным до конца.

Целью исследования является установить влияние торфяных пожаров на сообщества раковинных амёб, проанализировать изменение численности и видового разнообразия данного вида.

Раковинные амёбы – одноклеточные организмы, у которых большая часть тела находится в раковине, обитают в разных типах почв. Среди других представителей почвенной нанофауны они одни из самых удобных объектов для исследований благодаря их раковинке, которая сохраняется даже после отмирания. Сообщества раковинных амёб, обитающих в торфяниках, образуют значительную часть биомассы почвенных микроорганизмов и участвуют в круговороте веществ, поэтому изменения в структуре их сообществ влекут за собой существенное изменение структуры пищевых цепей. Являясь чувствительными к любым изменениям среды, раковинные амёбы используются как биоиндикаторы в экологических исследованиях [1, 2].

На территории Томской области выявлено максимальное видовое разнообразие и высокая плотность раковинных амёб в Тимирязевских сосняках, которые характеризуются в основном большими накоплениями хвойной подстилки и повышенной кислотностью почвы. На соотношение в видовом составе раковинных амёб большее влияние оказывают микроусловия внутри биотопа [3].

В поверхностных образцах торфа, не тронутого пожаром, выявлено 103 вида раковинных амёб. Доминантные виды составили 13 видов и внутривидовых форм: *Heleopera petricola*, *Hyalosphenia*

papilio, *H. elegans*, *Nebela tinctoria*, *Phryganella hemisphaerica*, *Assulina muscorum*, *Euglypha cristata*, *E. rotunda*, *Sphenoderia lenta*, *Trinema complanatum*, *T. enchelys*, *T. lineare*, *Amphitrema flavum*. Всего плотность популяций раковинных амёб в пробах составила от 7,5 до 3330,4 тыс. раковинок в 1 г абсолютно сухого субстрата, при этом максимальное значение плотности отмечалось в пробах с наименьшим видовым разнообразием и в пробах с высоким разнообразием раковинных амёб [4].

Пробы, отобранные после выжигания, показали существенное уменьшение изучаемых микроорганизмов эколого-трофических групп, чем пробы, взятые до пожара [5]. Обнаруженные виды идентифицировали с помощью определителя [6]. В каждой пробе вычислялось относительное обилие видов, а также плотность населения сообществ раковинных амёб в 1 г воздушно-сухого вещества субстрата [1].

Торфяные пожары существенно влияют на почвообразовательные процессы, это показал ряд исследований в этой области. Снижается биологическая активность почвы, уменьшается запас органического вещества в верхнем горизонте, происходит изменение реакции среды. Частые пожары могут быть факторами, определяющими низкое содержание почвенных микроорганизмов некоторых регионов [7].

Исследование, проведенное в 2017 г., показало, что амёбы, у которых были раковины, выжили после прошедшего пожара, так как были устойчивы к высоким температурам. Прослеживается приуроченность отдельных видов раковинных амёб к разным типам субстрата на выгоревших болотных участках: мертвопокровных, зеленомошных, сфагновых [8].

Практическими исследованиями установлено, что торфяные пожары в зависимости от своей интенсивности снижают плотность и видовое разнообразие раковинных амёб, по сравнению с почвами, на которых пожара не было, в результате чего уменьшается запас органического вещества в почве, а также нарушаются естественные процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курьина И.В., Климова Н.В. Сообщества раковинных амёб (Rhizopoda, Testaceafilosea, Testacealobosea) в болотных местообитаниях после воздействия пожаров (юг Западной Сибири) // Вестник Том. гос. ун-та. Биология. – 2016. – № 3 (35). – С. 161–181.
2. Булатова У.А. Фауна и экология раковинных амёб (Rhizopoda, Testacea) сосновых лесов Томской и Кемеровской областей // Вестник Том. гос. ун-та. Биология. – 2010. – № 2 (10). – С. 58–67.

3. Булатова У.А. Фауна и экология раковинных амёб (Rhizopoda, Testacea) сосновых лесов Томской и Кемеровской областей // Вестник Том. гос. ун-та. Биология. – 2010. – № 2 (10). – С. 58–67.

4. Курьина И.В., Прейс Ю.И. Раковинные амёбы болотных местообитаний средней тайги Западной Сибири // Изв. Российской академии наук. Сер.: биологическая. – 2010. – № 4. – С. 423–429.

5. Магзанова Д.К., Хиялиева Р.Г. Исследование влияния полевых пожаров на состояние микробиоценозов почв // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 4. – С. 160–161.

6. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А. Практическое руководство по идентификации почвенных тестаций. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 79 с.

7. Бурлакова Л.М., Морковкин Г.Г. Влияние лесных пожаров на свойства подзолистых почв (на примере Ханты-Мансийского автономного округа) // Вестник Моск. гос. ун-та леса: Лесной вестник. – 2002. – № 2. – С. 66–71.

8. Биологи МГУ выяснили, как раковинные амёбы спасаются от торфяных пожаров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.msu.ru/science/main_themes/biologi-iz-mgu-vyyasnili-kak-rakovinnye-ameby-spasayutsya-ot-torfyanykh-pozharov.html (даты обращения: 20.11.2018).

УДК 433

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Е.О. Раззамазов, студент каф. РЭТЭМ

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

г. Томск, ТУСУР, erazzamazov@mail.ru

Обсуждается вопрос о загрязнении окружающей среды нефтепродуктами. Рассматриваются воздействие нефти на почву в условиях Севера и варианты рекультивации нарушенных земель как после механического, так и после химического загрязнения.

Ключевые слова: рекультивация, нефть, нефтепродукты, почва, Север.

На данный момент времени вопрос о загрязнении окружающей среды нефтепродуктами стоит особо остро и является одним из самых глобальных.

Большую опасность для почвы представляют нефтепродукты, являющиеся одним из самых распространенных токсичных загрязняющих химических ингредиентов. К нефтепродуктам относятся различные виды топлива, например: бензин, дизельное топливо, керосин и др. [2].

Нефть и нефтепродукты являются одними из главных загрязнителей окружающей среды. При попадании в почву нефти и нефтепро-

дуктов ее биологические, химические и физические свойства ухудшаются. В результате происходит деградация почвы, ее плодородные функции ухудшаются, она становится неспособной выполнять экологическое значение. Помимо этого, меняются численность микроорганизмов, их состав, структура микробиоценозов, падает интенсивность основных микробиологических процессов и активность почвенных ферментов и т.д. [1].

В условиях Севера, а именно арктических и субарктических регионах, в отличие от регионов с благоприятными климатическими условиями, где средняя температура воздуха, по данным многолетних наблюдений, составляет 8–12 °С, процессы биodeградации разлитых нефти и нефтепродуктов протекают намного медленнее, что предопределяет более низкую способность мерзлотных почв к самоочищению и восстановлению. Залегающие многолетние мерзлоты, низкие температуры и небольшой вегетационный период – все это является следствием того, что процесс восстановления почв и водных экосистем протекает значительно медленнее [3].

Проведение работ по рекультивации нарушенных земель включает в себя несколько этапов: он включает в себя освобождение рекультивируемой поверхности от временных производственных конструкций и строительного мусора с площадки; планировку площадок и откосов; засыпку ям и траншей.

Биологический этап рекультивации – направлен на активизацию почвенных микроорганизмов по деструкции углеводов. Сюда входит рыхление почвы, внесение извести, гипса, высоких доз органических и минеральных удобрений с последующей заправкой, создание мульчированной поверхности из высокопитательных смесей, посев повышенными нормами нефтотолерантных растений.

Приоритетная цель рекультивации на Севере – это снижение отрицательного влияния нарушенных земель в результате не только физического, но и химического загрязнения, которое может служить причиной возникновения вторичного загрязнения, восстановление эстетической составляющей и возможности продуктивного использования земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдова С.Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: учеб. пособие / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. – М.: Изд-во РУДН, 2004.
2. Химический состав нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://morsneft.narod.ru/4.html>
3. Вахненко Д.В. Биология с основами экологии: учеб. для вузов / Д.В. Вахненко, Т.С. Гарнизоненко, С.И. Колесников; под общ. ред. В.Н. Думбая. – Ростов/н/Д: Феникс, 2003.

ВЛИЯНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

А.И. Самойленко, студентка каф. Истории, философии и логики

*Научный руководитель Е.З. Бахтиярова, ст. преп. каф. философии
и методологии науки, ФсФ, НИ ТГУ*

г. Томск, НИ ТГУ, al874785889332gmail.com

Современные методы отслеживания состояния окружающей среды не решают саму экологическую проблему. Причиной экологической катастрофы является мировоззренческое представление человека на онтологическом уровне.

Ключевые слова: экологическая проблема, картина мира, мировоззрение, развитие науки, природа.

Экологическая проблема в наше время является одной из глобальных проблем мира. Изменения, происходящие в природной среде не в лучшую сторону, ведут к нарушениям функционирования природы. Развитие науки, приводящей к новому состоянию техники, увеличение численности населения, нерациональное использование природных ресурсов – все это причины, которые привели к ухудшению состояния окружающей среды. Отслеживанием вредных воздействий человека на природу занимается мониторинг окружающей среды. Мониторинг – система долгосрочных наблюдений, оценки и прогноза изменения состояния окружающей среды под влиянием антропогенных факторов [2]. Целью данной статьи является показать, что какие бы современные технологии не позволяли нам определить зарождающуюся экологическую проблему, они не способны решить центральную проблему причин экологических катастроф.

Остановимся подробнее на одном из основных факторов – влияние развития науки, или уже сегодня уместнее сказать технаук, на экологический кризис. Наука начиная с XVIII в. колоссально развивается, такое стремительное развитие не может не отразиться на человеке. Успехи в науке и технике привели к тому, что человек полностью переосмысливает занимаемое положение в окружающей его действительности. Человеческие ценности к этому времени также претерпевают изменение. Механистическая картина мира, к которой пришло человечество, уже не рассматривает мир как живой организм, и основное место в познании занимает именно человеческий разум, рациональное мышление, не задействована чувственная сторона, а именно она рождает переживание. Человечеством движет идея прогресса, погоня за новыми научными открытиями, а последствия этого

рассматриваются как издержки. Последствиями являются все вытекающие экологические проблемы. Человек видит себя лишь субъектом, который изучает объект, использует его в своих нуждах. Мартин Хайдеггер говорит об этом так: «Страшно на самом деле не то, что мир становится полностью технизированным. Гораздо более жутким является то, что человек не подготовлен к этому изменению мира, что мы еще не способны встретить осмысляюще мысль то, что в сущности лишь начинается в этом веке атома». Человек, идя вперед по техническому прогрессу, внутренне не обогащается. Следствием внутренней пустоты и являются экологические проблемы.

Если обратиться к истории, то можно увидеть разные картины мира на протяжении жизни человека. В период античности окружающий мир являлся одной из главных ценностей человека. Природа понималась как космос, целое и неделимое. Люди чувствовали себя частью природы, мыслили себя нераздельно с ней. Постигалась здесь природа лишь умозрительно, но не опытным путем. Истину достигнет человек лишь в умном созерцании природы. В средневековье вся природа мыслится как неживое тело, как прах. Окружающий мир наполнен неразгаданными символами и знаками, которые стоит расшифровать, в них заключены послания Бога. Здесь начинается понимание того, что человек находится на самой высшей ступени, выше него только Бог, а все остальное может служить ему. Намечается разрыв, который в будущем кардинально изменит отношение к природе.

Период Возрождения характеризуется возвращением к античности, хоть и кратковременным. Природа становится средоточием красоты и любви, ею восхищаются и вдохновляются. Человек почувствовал свое могущество и наделил себя полномочиями по отношению к природе. Новое время принесло в понимание природы механистическую модель. Все вокруг мыслилось как механизм, у которого все биологические процессы понимались как действия шестеренок. Природа стала лишена жизни, стала объектом, который открыт для познания человеку. Человек, для того чтобы получить знания, должен природе пытаться.

Определенная система ценностей привязана к определенной онтологии. Наше представление о мире на базовом мировоззренческом уровне не изменяется. Научный прогресс находится в приоритете над безопасностью человека и мира.

Предпосылки к изменению понимания мира и человека в нем существуют. Постнеклассическая наука – современный этап развития науки, рассматривает мир как целостность, в которую включается сам человек. Здесь зарождается понимание того, что вмешательства в природу могут привести к необратимым последствиям для человека.

Вырабатываются различные превентивные меры, предупреждающие наступление угрозы. Одной из таких установок является концепция ответственности перед будущим, созданная немецким философом Хансом Йонасом, которая гласит: «Поступай так, чтобы последствия твоего действия были совместимы с непрерывностью подлинной человеческой жизни на Земле... Включай в свой нынешний выбор будущую совокупность людей в качестве предмета твоего воления... Поступай так, чтобы последствия не были разрушительны для будущей жизни как таковой... Не подвергай опасности условия неограниченного дальнейшего существования человечества на Земле».

Если каждый человек примет данную установку за свой моральный принцип, то экологические проблемы перестанут множиться. Наблюдения за изменением окружающей среды, конечно, являются внешним мотиватором, но они никогда не смогут искоренить причину появления экологических проблем, которая кроется в онтологических основаниях. Образ целостной природы был сформирован в рамках античной философии. Сейчас такой образ формируется не умозрительно в рамках философии, а на научных предпосылках, наука сама приходит к такому пониманию. Но это будет возможно только после осознания себя частью целого и понимания, что все, что делает человек, относится к нему самому.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капра Фритьоф. Скрытые связи. – М.: София, 2004. – 336 с.
2. Прохоров Б.Б. Экология человека: терминологический словарь. – Ростов/н/Д: Феникс, 2005. – 476 с.
3. Хайдеггер Мартин. Разговор на проселочной дороге. – М.: Высшая школа, 1991. – 3 с.
4. Черникова И.В. Философия и история науки. – Томск: НТЛ, 2001. – 255 с.

УДК 519.63

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АВТОТРАНСПОРТОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ГОРОДЕ

С. Н. Сапарбай, студент

*Научный руководитель В.А. Перминов, проф., д.ф.-м.н. НИ ТПУ
г. Томск, НИ ТПУ, ssalt-2013@mail.ru*

С помощью метода математического моделирования численно решена задача о распространении загрязняющих примесей в окрестности автодороги. Учитываются интенсивность движения, процентный состав транспортных средств и городская застройка. На основе результатов численного решения (распределений температуры, концентраций загрязнителей) произведена

оценка уровней загрязнения окружающей среды от автотранспорта в зависимости от скорости ветра, наличия зданий и интенсивности и состава транспортного потока.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, математическое моделирование, автотранспорт, метод контрольного объема, атмосферный воздух.

Ввиду увеличения количества используемого автотранспорта в городах растет количество загрязнений, вырабатываемое во время его движения.

Для определения полей распространения концентраций загрязнений от автотранспорта с течением времени используем уравнение Рейнольдса для турбулентного потока и уравнения переноса загрязняющих веществ, выделяемых автотранспортом.

Рассмотрим систему в двух пространственных измерениях: вертикальном и горизонтальном, перпендикулярно дороге, центр декартовой системы координат расположен посередине дороги. Также используются следующие допущения: ветер направлен перпендикулярно к дороге; достаточно длинная дорога с однородным распределением транспортного потока [1].

Для получения дискретного аналога используется метод контрольного объема [2]. Полученная система уравнений решается с помощью алгоритма SIP [2]. В результате численных расчетов получены поля скорости и концентраций компонентов газовой. На рис. 1, 2 представлены распределения концентраций CO полей скорости для различных скоростей ветра, заданного на левой границе расчетной области.

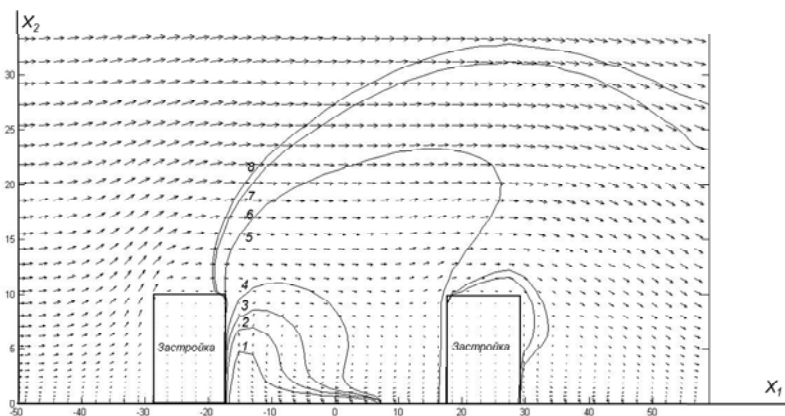


Рис. 1. Распределение концентраций загрязняющей примеси от автотранспорта (оксид углерода): 1 – 5 мг/м³; 2 – 2 мг/м³; 3 – 1 мг/м³; 4 – 0,1 мг/м³; 5 – 0,5 мг/м³; 6 – 0,05 мг/м³; 7 – 0,042 мг/м³. Скорость ветра 5 м/с

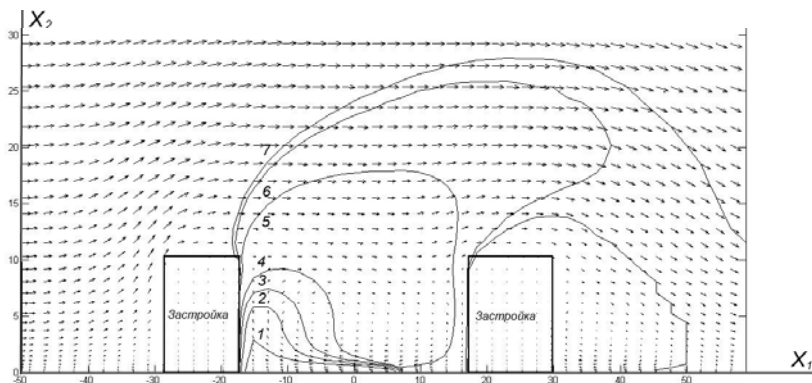


Рис. 2. Распределение концентраций СО. Скорость ветра 8 м/с

При увеличении скорости ветра от 5 до 8 м/с происходит более интенсивный перенос загрязнителей из уличного каньона. Хотя вблизи левого здания картина распределения загрязняющих примесей практически не изменилась.

Создание математической модели позволяет получить результаты численных решений описания поля течения в приземном слое атмосферы над улицей и внутри нее и распределения концентраций загрязняющих веществ, выбрасываемых автотранспортом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перминов В.А., Чалдаева Е.И. Математическое моделирование загрязнения окружающей среды от автотранспорта // Контроль и диагностика. – 2014. – № 13. – С. 122–125.
2. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.

УДК 574.587

ПРЕСНОВОДНЫЕ РАКОВИННЫЕ АМЕБЫ РЕКИ АЛЧЕДАТ

А.П. Шкарупо, аспирантка каф. РЭТЭМ

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

г. Томск, ТУСУР, schkarupo.anastasia@yandex.ru

Представлены результаты исследования видового разнообразия раковинных амёб в донных грунтах р. Алчедат.

Ключевые слова: пресноводные раковинные амёбы, р. Алчедат, бентос, вид.

Раковинные амёбы заселяют широкий диапазон биотопов – пресные воды, почвы и моховые болота (Ogden, Hedley, 1980; Гельцер и

др., 1985; Корганова, 1997; Бобров, 1999; Gilbert, Mitchell, 2003; Мазей, 2006). Изучение экологии современных сообществ раковинных амёб представляет теоретический и практический интерес для оценки состояния среды (Charman, 2001; Mitchell, 2005), и совершенствования методов биоиндикации.

Основные работы проведены по изучению почвенных раковинных амёб в пределах Восточно-Европейской равнины (Корганова, 1975, 1982; Бобров, 1995, 2005; Рахлеева, 1998, 1999; Мазей, Цыганов, 2007; Мазей, Ембулаева, 2008, 2009). Значительно реже приводятся данные по Западной Сибири (Рахлеева, 2002; Карташев, Смолина, 2008; Булатова, 2010; Курьина и др., 2010).

На территории Российской Федерации население пресноводных раковинных амёб исследовано неравномерно. Выявлен видовой состав и проанализированы закономерности распределения раковинных амёб в Прибайкалье. Обилие и видовое разнообразие корненожек в Байкале невысоко, но в местах с органикой терригенного происхождения наблюдается повышение их видового разнообразия. Изучено разнообразие раковинных амёб в донных отложениях водоемов и участков р. Томи, обнаружен 21 вид раковинных амёб 5 семейств (Лукьянцева, Иманкулова, 2015).

Целью нашего исследования являлось изучение видового разнообразия раковинных амёб в донных грунтах р. Алчедат Кемеровской области.

Материалом для работы послужили сборы раковинных амёб летнего сезона. Сбор и обработку проб осуществляли по стандартным протозоологическим методикам (Гельцер и др., 1985, Бабенко и др., 2010). Подсчет раковинных амёб проводили в водных суспензиях, с использованием микроскопа Motic BA300 при увеличении $\times 400$. В каждой пробе просчитывали не менее 150 экземпляров. Доминирующими считали виды с относительным обилием более 10%, субдоминантными – 2–10%.

Определены виды раковинных амёб донных отложений р. Алчедат, которые относятся к следующим семействам: *Arcellidae Ehrenberg 1843*, *Cryptodiffugiidae Jung, 1942*, *Heleoperidae Jung, 1942*, *Centropyxidae Jung, 1942*, *Diffugiidae Wallich, 1864*, *Netzeliidae* (таблица).

Доминирующим видом является *Cryptodiffugia crenulata*, субдоминантные виды – *Arcella discoides*, *Arcella conica*, *Cryptodiffugia pusilla*, *Cryptodiffugia sacculus*, *Heleopera petricola*, *Centropyxis constricta*, *Centropyxis ecornis*, *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis aerophila*, *Diffugia pyriformis*, *Diffugia nodosa*, *Diffugia urceolata*, *Diffugia lanceolata*, *Netzelia mitrata*, *Netzelia danubialis*.

Раковинные амёбы р. Алчедат

Семейство	Род	Вид
Arcellidae Ehrenberg, 1843	Arcella	<i>Arcella discoides</i>
		<i>Arcella vulgaris</i>
		<i>Arcella conica</i>
Cryptodiffugiidae Jung, 1942	Cryptodiffugia Penard, 1890	<i>Cryptodiffugia pusilla</i>
		<i>Cryptodiffugia compressa</i>
		<i>Cryptodiffugia sacculus</i>
		<i>Cryptodiffugia crenulata</i>
Heleoperidae Jung, 1942	Heleopera Leidy, 1879	<i>Heleopera petricola</i>
	Awerintzewia Schouteden, 1906	<i>Awerintzewia cyclostoma</i>
Centropyxidae Jung, 1942	Centropyxis Stein, 1857	<i>Centropyxis constricta</i>
		<i>Centropyxis ecornis</i>
		<i>Centropyxis aculeata</i>
		<i>Centropyxis aerophila</i>
Diffugiidae Wallich, 1864	Lagenodiffugia Medioli & Scott, 1993	<i>Lagenodiffugia vas</i>
	Diffugia Leclerc, 1815	<i>Diffugia pyriformis</i>
		<i>Diffugia nodosa</i>
		<i>Diffugia urceolata</i>
		<i>Diffugia labiosa</i>
		<i>Diffugia lanceolata</i>
	Collaripyxidina Zivkovic, 1975	<i>Collaripyxidina stankovici</i>
Netzeliiidae	Netzelia Ogden, 1979	<i>Maghrebia spatulata</i>
		<i>Netzelia mitrata</i>
		<i>Netzelia tuberculata</i>
		<i>Netzelia corona</i>
		<i>Netzelia danubialis</i>

Таким образом, определено видовое разнообразие раковинных амёб грунта р. Алчедат. Определены 25 видов пресноводных раковинных амёб, которые объединены в 10 родов, 6 семейств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ogden C.G., Hedley R.H. An atlas of freshwater testate amoebae. – London: Oxford Univ. Press, 1980. – 222 p.
2. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 79 с.
3. Корганова Г.А., Рахлеева А.А. 1997. Раковинные амёбы (Testacea) почв Мещерской низменности // Зоол. журн. – Т. 76, № 3. – С. 261–268.

4. Бобров А.А. Эколого-географические закономерности распространения и структуры сообществ раковинных амёб (Protozoa: Testacea): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М.: МГУ. – 1999. – 47 с.
5. Gilbert D., Mitchell E., Amblard Ch., Bourdier G., Jean A. Population dynamics and food preferences of the testate amoeba *Nebela tincta major-bohemica-collaris* complex (Protozoa) in a Sphagnum peatland // *Acta Protozool.* – 2003. – № 42. – P. 99–104.
6. Мазей Ю.А., Цыганов А.Н. Пресноводные раковинные амёбы. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 300 с.
7. Charman D.J. Relationship between testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) and the micro-environmental parameters on a forested peatland in northeastern Ontario / D.J. Charman, B.G. Warner // *Can. J. Zool.* – 1992. – Vol. 70. – P. 2474–2482.
8. Lamentowicz, M. The ecology of testate amoebae (Protists) in Sphagnum in north-western Poland in relation to peatland ecology / M. Lamentowicz, E.A. Mitchell // *Microb. Ecol.* – 2005. – Vol. 50. – P. 48–63.
9. Мазей Ю.А., Цыганов А.Н., Бубнова О.А. Структура сообщества раковинных амёб в заболоченных биотопах южной тайги европейской части России // *Успехи современной биологии.* – 2009. – Т. 129, № 2. – С. 212–222.
10. Рахлеева А.А. Изменение комплексов тестацей (Testacea, Protozoa) в ряду пойменных почв Окского заповедника (Южная Мещера) // *Известия РАН. Сер. биол.* – 1999. – № 4. – С. 478–487.
11. Рахлеева А.А. Изменение структуры и разнообразия комплексов почвенных тестацей (Testacea, Protozoa) по элементам мезорельефа Южной Мещеры // *Известия РАН. Сер. биол.* – 1998. – № 6. – С. 749–754.
12. Рахлеева А.А. Раковинные амёбы (Testacea, Protozoa) таёжных почв Западной Сибири (Сургутское Полесье) // *Известия РАН. Сер. биол.* – 2002. – № 6. – С. 752–762.
13. Карташев А.Г., Смолина Т.В. Влияние нефти на почвенных раковинных амёб (arcellinida, euglyphida) в условиях полевого эксперимента // *Зоологический журнал.* – 2008. – Т. 87, № 9. – С. 1027–1033.
14. Булатова У.А. Фауна и экология раковинных амёб (Rhizopoda, Testacea) основных лесов Томской и Кемеровской областей // *Вестник Том. гос. ун-та. Биология.* – 2010. – № 2 (10). – С. 58–67.
15. Курына И.В., Прейс Ю.И., Бобров А.А. Раковинные амёбы болотных местообитаний средней тайги Западной Сибири // *Известия РАН. Сер.: биологическая.* – 2010. – № 4. – С. 423–429.
16. Лукьянцева Л.В., Иманкулова Е.А. Видовой состав раковинных амёб донных отложений пойменных озёр и участка реки Томи (г. Томск) // *Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin).* – 2015. – №2 (155). – С. 138–140
17. Бабенко А.С., Булатова У.А. Нужные методы учета почвенных беспозвоночных: учеб.-метод. пособие. – Томск, 2010. – 55 с.

ТЕМПЕРАМЕНТ СТУДЕНТОВ КАК ФАКТОР ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Н.С. Симкина, студентка

*Научный руководитель Н.Н. Несмелова, доцент, к.б.н. каф. РЭТЭМ
г. Томск, ТУСУР, natasim36@gmail.com*

ГПО РЭТЭМ-1407 «Безопасность образовательной среды»

Изучена проблема влияния свойств темперамента на обеспечение психологической безопасности образовательной среды. Представлены результаты проведения пилотного исследования по выявлению типов темперамента студентов ТУСУРа.

Ключевые слова: психологическая безопасность, студент, образовательная среда, университет, темперамент, нейротизм, экстраверсия.

С каждым годом вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, становятся все более актуальными. Не является исключением и образовательная среда. На сегодняшний день образовательная среда стала неотъемлемой частью жизни каждого человека и поэтому важно обеспечить безопасность не только ее физической составляющей, но и психологической. Это связано с тем, что саморазвитие и возможность самореализации во многом зависят от психологического состояния человека и, в частности, от его удовлетворенности той средой, в которой он находится. Так, например, постоянное чувство угнетённости, неудовлетворенности и тревоги во много раз повышает вероятность вовлечения студента в криминальные сообщества или секты.

Обеспечение психологической безопасности в условиях современного образования является трудной задачей. Постоянные изменения в образовательной среде выдвигают к участникам образовательного процесса дополнительные требования и меняют специфику их межличностного взаимодействия, что, в свою очередь, повышает психологическую напряженность в среде. Осложняет ситуацию то, что на удовлетворенность студента образовательной средой оказывают влияние его собственные личностно-психологические характеристики, в том числе и темперамент [1].

В ряде работ приводятся результаты исследований влияния темперамента студентов на успешность адаптации в образовательной среде. Однако эти результаты немногочисленны и зачастую противоречивы. Так, анализ индивидуально-типологических особенностей студентов, характеризующихся разными уровнями успешности учебной деятельности, показывает, что в группе успешных студентов пре-

обладают интроверты, а в группе студентов с низкими показателями успешности – экстраверты [2]. В то же время исследования студентов технического университета показали, что юноши-экстраверты характеризуются более низкими уровнями реактивной тревожности, а у девушек уровень экстраверсии коррелирует с лучшими показателями самочувствия [3].

Дальнейшие исследования влияния темперамента студентов на успешность адаптации к образовательной среде являются актуальными и будут способствовать повышению психологической безопасности образовательной среды. Например, разработка для преподавателей специальных психолого-педагогических рекомендаций по учету особенностей темперамента студентов позволит оптимизировать межличностные взаимодействия и снизить психологическую напряженность.

В рамках работы над проектом ГПО РЭТЭМ-1407 – «Безопасность образовательной среды» было проведено пилотное исследование по выявлению типов темперамента студентов ТУСУРа. Исследование проводилось с использованием созданного Г. Айзенком личностного опросника ЕРІ, который включает 57 вопросов, распределенных по шкалам экстраверсии, нейротизма и неискренности [4]. При работе с опросником необходимо на каждый вопрос ответить «Да» или «Нет», обработка результатов осуществляется путем подсчета совпадений с ключом. Диапазон возможных значений по шкалам экстраверсии и нейротизма составляет от 0 до 24 баллов, а по шкале неискренности – от 0 до 9 баллов. Результат считается недостоверным, если по шкале неискренности набрано более пяти баллов. Индивидуальное сочетание значений экстраверсии и нейротизма позволяет определить тип темперамента. Высокие значения экстраверсии и нейротизма характерны для холериков, высокая экстраверсия и низкий нейротизм – для сангвиников, низкая экстраверсия и высокий нейротизм – для меланхоликов, низкая экстраверсия и низкий нейротизм – для флегматиков. При этом если значения экстраверсии или нейротизма находятся в пределах от 11 до 13, тип темперамента считается невыраженным.

Для проведения исследования была создана онлайн-версия опросника Айзенка на основе гугл-формы. Значения экстраверсии, нейротизма и неискренности рассчитывались с помощью электронной таблицы Excel, для статистической обработки результатов использовали программу Statistica.

Участниками пилотного исследования стали 16 студентов ТУСУРа. Значения по шкале экстраверсии у студентов варьировали в

диапазоне от 3 до 20, по шкале нейротизма: от 5 до 20, по шкале неискренности: от 1 до 5. В таблице представлено распределение испытуемых по уровням экстраверсии и нейротизма. Оказалось, что среди студентов преобладают лица с высоким уровнем нейротизма (12 человек – 75%). Выраженный тип темперамента продемонстрировали 11 человек: меланхолики (7 человек – 44%) и холерики (4 человека – 25%). Оставшиеся 5 человек (31%) не проявили выраженного темперамента, двое из них оказались амбивертами с низким уровнем нейротизма, один – амбивертом с высоким уровнем нейротизма, двое – экстравертами со средним уровнем нейротизма.

Распределение испытуемых по уровням экстраверсии и нейротизма

Уровни экстраверсии/нейротизма	Низкий	Средний	Высокий	Итого
Низкий (интроверты)	0	0	7	7
Средний (амбиверты)	2	0	1	3
Высокий (экстраверты)	0	2	4	6
Итого	2	2	12	16

Результаты проведенного исследования показывают, что наибольший процент среди опрошенных составляют студенты с меланхолическим типом темперамента. В дальнейшем в рамках работы над проектом планируется определить степень удовлетворенности студентов образовательной средой ТУСУРа, а также изучить возможное влияние темперамента на этот показатель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимерьянова Л.Н. Обеспечение психологической безопасности образовательной среды: учеб.-метод. пособие. – Уфа: ИРО РБ, 2011. – 77 с.
2. Ледовская Т.В. Индивидуально-типологические особенности студентов вуза с разными показателями успешности учебной деятельности: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.07. – Ярославль, 2010. – 23 с.
3. Несмелова Н.Н. Многомерные методы исследования биологических систем / Н.Н. Несмелова, Е.Г. Незнамова, Г.В. Смирнов. – Томск: ТУСУР, 2007. – С. 67–75.
4. Миронова Е.Е. Сборник психологических тестов: пособие. – Ч. I. – Мн.: ЭНВИЛА, 2005. – 155 с.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ

Д.А. Старцева, студентка

Научный руководитель В.А. Перминов, проф. ОКД НИ ТПУ, д.ф.-м.н.

г. Томск, НИ ТПУ, das44@tpu.ru

Лесные пожары являются чрезвычайно сложными и разрушительными явлениями, их поведение зависит от состояния лесного покрова, метеорологических условий и рельефа местности. Эта статья посвящена разработке математической модели для изучения распространения и возникновения лесных пожаров. В настоящей работе приводятся результаты расчетов возникновения низовых лесных пожаров на основе общей математической модели [1]. В состав модели входят все важные физико-химические процессы горения: сушка горючего материала, пиролиз, сжигание полукокса, турбулентное сгорание газообразных продуктов. Использование программного обеспечения PHOENICS позволяет тестировать разработанную модель.

Ключевые слова: лесной пожар, математическая модель, многофазная среда, низовой пожар.

Следуя подходу многофазного моделирования, лес рассматривается как химически активная многофазная среда, содержащая газовую фазу с объемной долей (φ_g) и конденсированную фазу с объемной долей (φ_s) [1].

Математическая задача сводится к системе уравнения (1):

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\Phi) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i \Phi - \Gamma_\Phi) \frac{\partial \Phi}{\partial x_i} = S_\Phi. \quad (1)$$

Здесь t – время; x_i – пространственная координата ($i = 1, 2, 3$); ρ – плотность газовой смеси; u_i – компонента скорости в направлении x_i ; Γ – коэффициент диффузионного обмена, S_Φ – источниковый член; φ_Φ – объемная доля газовой фазы, принимается равной в уравнении (1) как $\varphi_\Phi = 1 - \varphi_c$, где φ_c – объемная доля конденсированной фазы, значение которой очень мало ($\varphi_c < 0,016$). Плотность газа рассчитывается из уравнения состояния идеального газа для смеси газов:

$$p = \rho R T \sum_{\alpha=1}^3 \frac{c_\alpha}{M_\alpha},$$

где p – давление газа; T – абсолютная температура газа; R – универсальная газовая постоянная; c_α – массовая доля, α – вид газовой смеси; (индекс $\alpha = 1, 2, 3$, где 1 соответствует кислороду; 2 – угарному газу; 3 – всем другим компонентам газовой смеси); M – молекулярная масса; α – компонента газовой фазы.

Расчётную область разбиваем на некоторое число непересекающихся контрольных объёмов. Затем исходную систему уравнений интегрируем по каждому контрольному объёму. Полученная система алгебраических уравнений, возникающая в процессе дискретизации, решалась с помощью метода TDMA [2].

Благодаря программному обеспечению PHOENICS разработана многофазная модель, инициирующая возникновение, распространение лесного пожара, а также учитывающая все важные физико-химические процессы: сушку, пиролиз, сжигание полукокса, турбулентное сгорание газообразных продуктов пиролиза, обмен массой, импульсом и энергией между газообразной и твердой фазой, а также турбулентный и конвективный поток газа. Кинетика типа Аррениуса используется для гетерогенной реакции (сушка, пиролиз и сжигание полукокса), а концепция вихревого рассеяния применяется для моделирования газообразного сгорания. Модель была подтверждена с использованием экспериментальных данных по изучению распространения пожара в ложе иголок сосны [3]. Прогнозируемая скорость распространения огня согласуется с экспериментальными значениями и получается при различных скоростях ветра (от 1 до 3 м/с).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришин А.М. Математические модели лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. – Новосибирск: Наука, 1992. – 408 с.
2. Патанкар С.В. Численные методы динамики жидкости и теплообмена. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.
3. Mendes-Lopes, Ventura, Amaral. Flame characteristics, temperature-time curves, and rate of spread in fires propagating in a bed of Pinus pinaster needles // International Journal of Wildland Fire [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2003. – URL: https://www.researchgate.net/publication/228756769_Flame_characteristics_temperature-time_curves_and_rate_of_spread_in_fires_propagating_in_a_bed_of_Pinus_pinaster_needles (дата обращения: 07.02.2019).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ИСКУССТВЕННОЙ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

*И.С. Мельников, А.П. Колодезникова, А.П. Семёнова,
Е.А. Разинкова, Р.С. Зиновьева, А.В. Гоголева, магистранты каф.
ВиВ; Д.В. Тихонова, Е.И. Яковлева, магистранты каф. ЮНЕСКО
Научный руководитель Г.Т. Амбросова, к.т.н., проф. каф. ВиВ
г. Новосибирск, Новосибирский государственный архитектурно-
строительный университет (Сибстрин)*

*Melnikov.154@mail.ru, by_karlson@mail.ru,
anastasiya.semenova.1995@list.ru, miller5021995@gmail.com,
tikhonova4@mail.ru, yakushh1995@mail.ru,
regina.zinovieva1996@mail.ru, gmej96@mail.ru*

Дан анализ методов удаления азота из сточной жидкости. Исследование проводилось на экспериментальной установке, состоящей из трёх основных зон: бескислородной, аэробной для окисления органических соединений, аэробной для окисления азотсодержащих соединений. Первый этап исследования проводился на искусственно приготовленной сточной жидкости, результаты исследований позволили выявить область применения уравнения материального баланса по азоту.

Ключевые слова: денитрификатор, аэротенк, нитрификатор, материальный баланс, азот, питательный субстрат.

Настоящая работа посвящена изучению процессов удаления азота методом нитрификации-денитрификации. Основной целью является проверка уравнений материального баланса по азоту и растворимому кислороду [2]. Исследования проводились на экспериментальной установке (рис. 1), состоящей из бака-регулятора, денитрификатора, аэротенка, нитрификатора, мембранного модуля и бака накопителя.

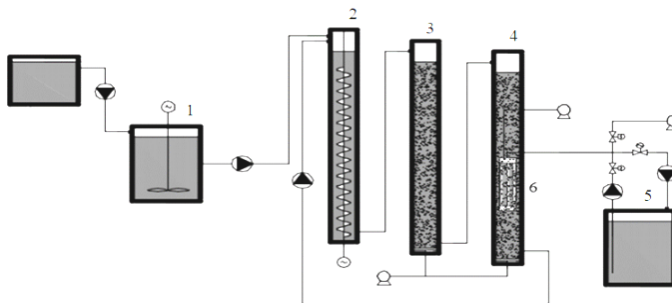


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – бак-регулятор;
2 – денитрификатор; 3 – аэротенк; 4 – нитрификатор; 5 – бак-накопитель;
6 – мембранный модуль

В проведении эксперимента принимали участие магистранты двух кафедр ВиВ и ЮНЕСКО Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин). Так как установка находится в лаборатории кафедры водоснабжения и водоотведения, первый этап исследований проведён на искусственно приготовленной сточной жидкости, второй будет проводиться на натуральной сточной жидкости, после первичных отстойников на Новосибирской станции аэрации. Приготовленная сточная жидкость имела следующие показатели: взвешенные вещества – 220 мг/л; БПК_{полн} – 250 мг/л; азот аммонийный – 30 мг/л; фосфор – 14 мг/л; pH от 7–8 ед.; температура – 15–20 °С. В качестве составляющих искусственной сточной жидкости являлись: гидроксид аммония, спирты, растительные и животные жиры и белки. Данную экспериментальную установку можно отнести к универсальной, так как она позволяет исследовать процессы не только денитрификации-нитрификации, но и процессы мембранной технологии.

Была изучена мембранная технология, керамический мембранный модуль размещается в нитрификаторе, так как на этой стадии очистки извлечены растворимые органические загрязнения, способные вызвать быстрое засорение пор мембранного модуля.

Запуск установки был начат с заполнения зон аэрации активным илом, взятым из аэротенка с Новосибирской станции аэрации. Привезённые стоки имели следующие значения: концентрация – 2 г/л; иловый индекс – 150 мл/г; pH – 7,4; азот аммонийный – 16 мг/л; азот нитратов – 8 мг/л; азот нитритов – 0,08 мг/л. Гидробиологический анализ показал, что присутствовали простейшие индикаторы как низшего (*Aspidisca costata*, *Paramecium caudata*), так и высшего (*Cathypna luna*, *Calliolina vorax*) трофического уровня. Контроль за работой установки производился по следующим анализам: гидробиологическому, сухому веществу, иловому индексу, pH. Через 10 дней концентрация ила в зонах денитрификатора, аэробной зоны и нитрификатора выросла до 2 г/л. Качество очищенной сточной жидкости представлено в таблице.

Показатели качества очищенной сточной жидкости

№	Показатели	Значения показателя, мг/л		
		Ден-р	Аэр-к	Нит-р
1	ХПК	89,3	86,9	83,4
2	Азот аммония	0,88	0,66	0,38
3	Нитриты	0,25	0,26	0,28
4	Нитраты	1,09	1,64	1,72
5	Сульфаты	0	0	0
6	Хлориды	34,7	37,4	29,4
7	Фосфор	7,43	7,3	5,78
8	Активная реакция (pH)	8,3	8,37	8,36

Следующий этап будет проводится на натуральной сточной жидкости ОСК Новосибирска и возможно Искитима. Экспериментальная установка будет подпитываться осветлённой сточной жидкостью из первичных отстойников.

Выполненные исследования показали, что для определения требуемой степени рециркуляции нитрифицированного активного ила в формуле материального баланса определение азота $\Delta N_{\text{ден,аэр}}$ первоначально можно принимать равным 0.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амбросова Г.Т., Функ А.А., Ксенофонтова О.В. Особенности технологии удаления азота из сточной жидкости // Изв. вузов. – 2010. – № 4. – С. 100–106.

2. Амбросова Г.Т., Иванова С.Д., Ксенофонтова О.В., Функ А.А., Ганзориг Ш., Леонова Е.Н. Определение степени циркуляции активного ила при очистке сточных вод методом нитрификации и денитрификации // Изв. вузов: Строительство. – Новосибирск, 2015. – № 3. – С. 66–77.

УДК 574.2, 574.6

ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА СООБЩЕСТВО ТУБИФИЦИДОВ

А.А. Заздравных, студентка каф. РЭТЭМ

*Научный руководитель Т.В. Денисова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.
г. Томск, ТУСУР, @zazdravnikh2018@gmail.com*

В эксперименте исследуется влияние меди на вид *Tubifex*. Эксперимент показал, что при концентрации меди 0,001 мг/л и меньше черви не испытывают негативного влияния, а 0,002 мг/л и больше ведёт к снижению численности и гибели тубифицид.

Ключевые слова: донные отложения, медь, тубифициды, малощетинковые черви.

В настоящее время почти все водоемы загрязнены тяжелыми металлами, большинство которых обладают биологической активностью и в сравнении с органическими соединениями не подвергаются трансформации в организме гидробионтов, медленно покидая биологический цикл [1]. Медь является необходимым элементом для нормального протекания многих биохимических процессов в организме всех живых существ, но при определенных концентрациях ионов меди в водной среде медь становится токсичной для организмов и может привести к гибели. В природных водоемах концентрация меди колеблется от 0,001 до 0,98 мг/л. В природных водах медь усиленно сорбируется на глинистых частицах, что определяет её повышенное содержание в донных отложениях [2].

Тубифициды – классические грунтоеды, потребляют в пищу разлагающиеся органические вещества и частицы, например аэробные бактерии. Малощетинковые черви заглатывают ил с песком и профильтровывают через свой кишечник. За одни сутки особи пропускают количество материала, во много раз превышающее вес их собственного тела. Наряду с этим наблюдается минерализация пропускаемого через кишечник грунта, таким образом, поступающие органические вещества отчасти используются трубочниками для питания. Чем скуднее грунт органическим веществом, тем больше грунта требуется заглатывать и профильтровывать через свой кишечник червям. Место распространения трубочников располагается на дне заиленных стоячих пресных водоемов, загрязненных органикой реках, ручьях и озерах. Они способны обитать в очень загрязненных водах. Поэтому актуальным является проведение лабораторных экспериментов и изучение влияния поступления меди на донных беспозвоночных – тубифицид [3–5].

Целью работы являлось изучение влияния различных концентраций меди на сообщество тубифицидов.

В эксперименте используется вид тубифицид – *Tubifex*. Для исследования различных концентраций меди на сообщество тубифицид качестве субстрата использовали просеянный грунт, который был отобран в г. Томск, в р. Томь в районе речного вокзала. Черви помещены в аквариум с аэратором, перед первым экспериментом адаптационный период у них составлял три недели. Эксперимент проводился в учебной лаборатории ТУСУРа. Температура в помещении колеблется от 17 до 22 °С. Подкорм осуществлялся один раз в три недели предварительно разбухшими в воде быстрорастворимыми дрожжами. Для изучения влияния различных концентраций меди был поставлен следующий эксперимент:

1. Десять особей тубифицид длиной 1–2 см в одной ёмкости. Всего 4 ёмкости по 100 мл воды – 50% дистиллированной и 50% предварительно настоявшейся и 50 г грунта. В ёмкостях следующие концентрации меди: № 1 – 1 г на литр; № 2 – 0,5 г на литр; № 3 – 2 г на литр; № 4 – контроль. Через 15 ч в ёмкостях № 1–3 все черви были мертвы. В контроле черви живы.

2. Десять особей тубифицид длиной 1–2 см в одной ёмкости. Всего 4 ёмкости по 100 мл воды – 50% дистиллированной и 50% предварительно настоявшейся и 50 г грунта. Следующие концентрации меди: № 1 – предельно допустимая для рыбохозяйственных водоемов 0,001 мг на литр; № 2 – 0,0005 мг на литр; № 3 – 0,002 мг на литр; № 4 – контроль. Ежедневно наблюдался визуальный осмотр. Черви во всех ёмкостях подавали признаки жизни. На 18-й день был произве-

ден пересчет: № 1 – 10 живых особей; № 2 – 12 живых особей; № 3 – 5 живых особей; № 4 – 15 живых особей. Можно сделать вывод, что при стабильной температуре в помещении и при предельной допустимой концентрации черви могут существовать, при концентрации в два раза меньше черви размножаются, а при концентрации в два раза больше черви испытывают негативное воздействие, и численность сокращается.

3. Десять особей тубифицид длиной 1–2 см в одной ёмкости. Всего 5 ёмкостей по 100 мл воды – 50% дистиллированной и 50% предварительно настоявшейся и 50 г грунта. Температура в помещении колебалась от 15 до 19 °С. Следующие концентрации меди: № 1 – предельно допустимая для рыбохозяйственных водоемов 0,001 мг на литр; № 2 – 0,0005 мг на литр, № 3 – 0,002 мг на литр; № 4 – 0,0015 мг на литр; № 5 – контроль. Первый пересчёт был через трое суток. Температура в помещении 16°, численность тубифицид не изменилась ни в одной ёмкости. На седьмые сутки в № 1 – было обнаружено 11 особей, 10 из которых живые; №2 – 12 особей, 10 живых; № 3 – 15 особей, 7 живых; №4 – 10 особей, 8 живых; № 5 контроль – 16 особей, 9 живых. Последний пересчет – восемнадцатые сутки: № 1 – 10 особей, 10 живых; № 2 – 12 особей, 10 живых; № 3 – 7 живых особей; №4 – 8 живых особей; № 5 контроль – 12 живых особей. Эксперимент показал, что черви чувствительны к внешней температуре. Концентрации 0,002 и 0,0015 мг/л является для червей более негативной.

Предварительная обработка полученных результатов эксперимента показала изменение численности тубифицид при влиянии различных концентраций меди, которое представлена на рис. 1.

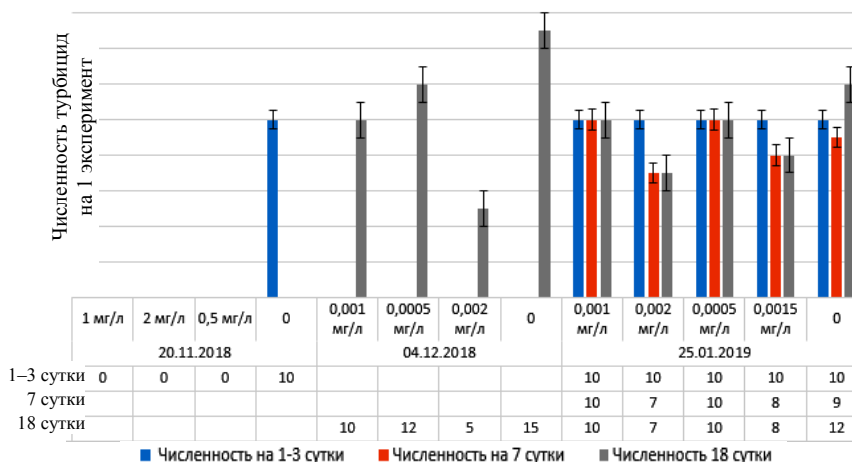


Рис. 1. Изменение численности тубифицидов при различных концентрациях меди

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что тубифициды реагируют на температуру. При низких температурах численность снижается. При концентрации 0,0015 и 0,002 мг/л у червей снижается активность. Под микроскопом выявлено, что тело червей этого вида в контроле имеет окраску розоватого оттенка, а с концентрацией меди 0,002 мг/л – алого оттенка. Установлено, что большие концентрации меди (0,5; 1 и 2 мг/л) ведут к гибели тубифицид, а малые (0,002; 0,0015 мг/л) – к снижению численности. Результаты работы могут быть использованы при проведении экологического мониторинга состояния донных отложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голованова И.Л. Влияние природных и антропогенных факторов на гидролиз углеводов у пресноводных костистых рыб и объектов их питания: дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.13. – СПб., 2006. – 256 с. РГБ ОД, 71:07-3/62
2. Мартемьянов В.И., Маврин А.С. Влияние меди на ионный обмен у окуня *Perca fluviatilis* L. при пороговых концентрациях катионов в пресной воде // Вода: химия и экология. – 2013. – № 10. – С. 63–67.
3. Зенкевич Л.А. Жизнь животных: в 6 т. – Т. 1. Беспозвоночные / под ред. Л.А. Зенкевича. – М.: Просвещение, 1968.
4. Воробьев Д.С. К вопросу о роли тубифицид в потреблении кислорода в донных отложениях, загрязненных нефтью // Изв. Самар. науч. центра Российской академии наук. – Т. 11, № 1 (4).
5. Боголюбов А.С., Кравченко М.В. Описания видов и иллюстрации взяты из компьютерного определителя пресноводных беспозвоночных России. – М.: Экосистема, 2018.

УДК 005.931.12

АНАЛИЗ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

***Н.А. Жамхарян, студент; Е.И. Стабровская, доцент, к.т.н.,
каф. техносферной безопасности***

г. Кемерово, КемГУ, zhamharyan.nikita@mail.ru

Рассматриваются вопросы возможных профилактических мероприятий, направленных на снижение несчастных случаев на производстве. Приводится ряд причин как технических, так и психологических, из-за которых возникает риск производственного травматизма.

Ключевые слова: несчастный случай, производственная травма, профзаболевания.

Охрана труда в организациях или на предприятиях была и остается неотъемлемой частью технологического процесса. При производстве даже несложной продукции на рабочем месте присутствует

риск возникновения опасности. Несчастный случай на производстве – это результат воздействия опасного или вредного производственного фактора. Несчастные случаи заканчиваются травмой, острым профзаболеванием (после однократного в течение смены воздействия вредного фактора), отравлением, тепловым ударом, ожогом, а иногда и летальным исходом. К сожалению, смертность от несчастных случаев на производстве стоит в одном ряду со смертностью от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [1]. Ситуация усугубляется тем, что эта проблема поражает преимущественно молодых трудоспособных людей.

Каким же образом можно уменьшить количество несчастных случаев и смертность от них на производстве? К таким мероприятиям можно отнести профилактику производственного травматизма.

Среди основных причин несчастных случаев на производстве выделяют три группы: технические (отказ в работе оборудования), организационные (недостатки в организации труда), психологические (связаны с ошибками работника). Все эти причины так или иначе, связаны с человеческим фактором. Чаще всего несчастные случаи происходят по вине самих пострадавших из-за несоблюдения правил техники безопасности [2]. Можно выделить несколько причин несчастных случаев.

Во-первых, с развитием науки и техники опасность растет быстрее, чем совершенствуются психофизиологические особенности человека.

Во-вторых, человеку свойственно ошибаться.

В-третьих, человеку свойственно адаптироваться к изменяющимся условиям, так он постепенно привыкает к опасности.

В-четвертых, человек привыкает к нарушениям правил безопасной работы, так как не каждое нарушение мер безопасности приводит к несчастному случаю.

Также в поведении человека выделяются три составные части, которые приводят к несчастным случаям: мотивационная, ориентировочная, исполнительская.

К первой части относятся причины, связанные с мотивационной частью поведения человека, мотивы нарушений правил безопасного поведения являются в данном случае причинами травматизма. Работники нарушают правила безопасности по причинам экономии времени, безнаказанности, переоценке собственного опыта. Основными методами профилактики несчастных случаев для мотивационной части поведения являются: активная пропаганда правил и методов безопасного труда и применение методик поощрения, наказания.

К следующей группе, связанной с ориентировочной частью поведения, относятся нарушения правил безопасной работы вследствие незнания нормативных документов, способов обеспечения безопасности и правил эксплуатации оборудования. Основными способами

профилактики в данном случае являются профессиональное обучение и отработка навыков и умений безопасных действий.

И к последней группе, связанной с исполнительской частью поведения, можно отнести нарушения правил и норм безопасной работы вследствие психологических и психофизиологических качеств работника, а именно: особенности темперамента характера, плохого самочувствия, переутомления и иных неадекватных состояний. Здесь основными способами профилактики являются профессиональный отбор, предварительные и периодические медицинские осмотры.

Также нельзя не отметить ряд профилактических мероприятий, предусмотренных законодательной базой РФ:

- своевременное проведение специальной оценки условий труда, осуществляющееся независимой организацией. Целью ее является выявление опасных участков, зон пребывания человека при выполнении функциональных обязанностей, заключение о методах устранения замечаний, в их числе по использованию средств индивидуальной защиты и иных мерах предосторожности, назначение компенсаций за вредность и опасность трудового процесса;

- выдача работодателем спецодежды, спецобуви и СИЗ согласно нормам и соответствующим требованиям ГОСТов и СТОТ;

- периодические проверки состояния рабочих мест и территорий предприятия на соответствие требований ОТ и ТБ;

- своевременное реагирование со стороны работодателя на обращения работника, даже незначительные, о нарушении требований правил;

- своевременное проведение необходимых видов инструктажей.

Несчастный случай потому и называется случаем, что обусловлен большим количеством факторов, которые очень трудно учесть, предвидеть, предсказать последствия [3]. Однако именно на их знании и учете основывается профилактика травматизма. Изучив и проанализировав их природу, открываются пути организации безопасной работы, разрабатываются эффективные практические рекомендации, необходимые как руководителям производства, так и непосредственно самим работникам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коршун М.Н., Чебанова О.В. Гигиена труда и производственная санитария. – Киев, 2007. – 464 с.

2. Стародубов В.И. Сохранение здоровья работающего населения // Медицина труда и пром. экология. – 2005. – №1. – С. 1–8.

3. Шевченко Л.А. Пути снижения смертельного травматизма в организациях Кемеровской области / Л.А. Шевченко, А.В. Карев, Г.И. Рахманов и др. // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири: матер. XI Междунар. науч.-практ. конф. – Кемерово, КузГТУ, 2006. – С. 24–26.

СЕКЦИЯ 8

POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS' RESEARCH IN ELECTRONICS AND CONTROL SYSTEMS

(секция на английском языке)

Председатель – Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ, доцент, к.филос.н.;

зам. председателя – Шнит Е.И., ст. преп. каф. ИЯ;

Соболевская О.В., ст. преп. каф. ИЯ;

Таванова Э.Б., ст. преп. каф. ИЯ

UDC 621.32

SIMULATION OF THERMAL CHARACTERISTICS OF THE LED LAMP WITH A B36 BULB

***K.N. Afonin, postgraduate student, Department of Radioelectronic
Technologies and Environmental Monitoring***

Scientific adviser V.I. Tuev, Head of the Department

The paper presents the results of simulating thermal characteristics of the led lamp with a B36 bulb. The thermal simulation was done in the program of finite element analysis. The pictures of the thermal distribution inside the LED lamp with two options for filling the bulb: air and helium are obtained.

Keywords: LED lamp, thermal simulation, ANSYS, LED Filament.

The subject of investigation is the LED filament lamp. The construction of the LED filament lamp is based on the construction of an incandescent lamp. However, LED filaments are used instead of an incandescent filament, and a control device is installed into the cup. Lisma (Saransk, Russia) and Rusled (Tomsk, Russia) are major manufacturers of this type of lamps in Russia.

Determination of the maximum temperature inside the bulb is the main task of the thermal simulation. This temperature should not exceed 125 °C because this value is critical for p - n -junctions of LED chips based on InGaN/GaN. Different signs of degradation appear when the device works at a temperature more than 100 °C [1–3]. It leads to a premature failure of the device. According to unpublished manufacturer data, about 50% of defects are connected with LED filament failure. Therefore, the task of filament cooling is very important. In addition, the construction of the lamp excludes the possibility of using radiators.

The aim of the work is to create a thermal simulation model of the LED lamp with a B36 bulb. The lamp is positioned as an analogue of a 40 W incandescent lamp. The power of the LED lamp is 4 W.

Description of the model and boundary conditions. The simulation was done in the program ANSYS 18.1, which uses the finite element method. Figure 1 shows the simulation model and the LED lamp. The geometry of the simulation model was done with simplifications, which do not affect the temperature inside the bulb. All coefficients necessary for the calculations are given in Table 1.

In general, the efficiency of the blue light chips is 45–50%, thus only a half of the power will transform into heat [4]. Accordingly, the power of each filament is 0.385 W. The filaments are placed on four sides of the supporting structure. Electrical pins connecting groups of the filaments are located in the upper and lower parts of the supporting structure.

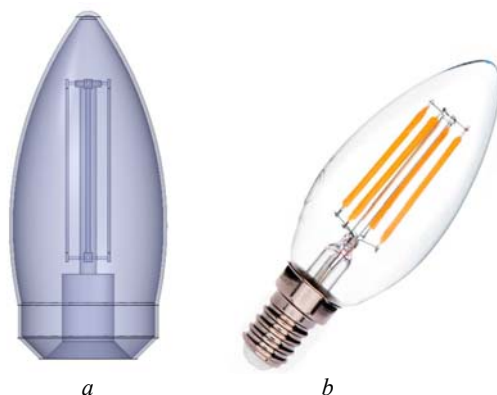


Fig. 1. The LED lamp with a B36 bulb:
a – the simulation model; *b* – the end-product

The whole volume of the bulb is filled with helium. This gas is inert and it transfers the heat from the filaments to the glass bulb. The lamp is placed into the air with natural convection.

Table 1

Thermal conductivity coefficients of materials

Part of the lamp construction	Material	Thermal conductivity coef., W/(m·K)
Bulb	Glass	1.4
Supporting structure		
Pin	Platinite	60
Filling gas	Air	0.026
	Helium	0.155

Simulation results. The results of the thermal calculations and the thermal distributions are in Fig. 2 and Table 2 for the simulation model with air and helium.

Table 2

The calculation results			
Simulation model	Filling gas	T _{min} , °C	T _{max} , °C
B36 4 W	Air	29.98	104.00
	Helium	33.09	70.99

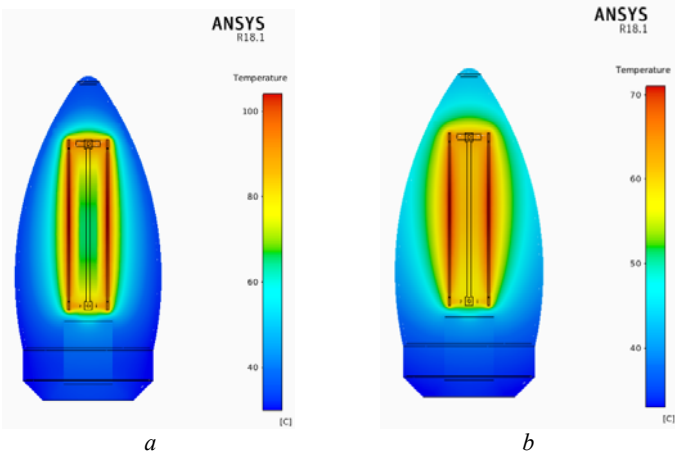


Fig. 2. Thermal distribution: *a* – the bulb with air; *b* – the bulb with helium

Conclusion. The simulation model shows that the helium filling decreases the maximum temperature of the lamp by 33 °C compared with the air filling. The calculated temperature is 54 °C lower than the critical one. It decreases the probability of overheating and failure of the device.

REFERENCES

1. Zakgeim A.L. Low-frequency noise in the original and degraded blue InGaAs/GaN LEDs / A.L. Zakgeim, M.E. Levinshstein, V.P. Petrov et al. // Semiconductors/physics of the solid state. – 2012. – Vol. 46, No. 2. – P. 219–223 (in Russian).
2. Shmidt N.M. Mechanisms behind efficiency droop and degradation in InGaN/GaN LEDs / N.M. Shmidt, A.A. Greshnov, A.E Chernyakov, M.E. Levinshstein, A.L. Zakgeim, E.I. Shabunina // Physica Status Solidi (c). – 2013. – Vol. 10-3. – P. 332–334.
3. Chernyakov A.E. Features of the development of the degradation of the external quantum efficiency of high-power blue LEDs based on quantum-size InGaN/GaN structures dissertation for the degree of Candidate of Physico-

Mathematical Sciences, Ioffe Institute. – St. Petersburg. – 2014. – 157 p. (in Russian).

4. Afonin K.N. The results of modeling thermal characteristics of the LED / K.N. Afonin, M.V. Andreeva, E.S. Ganskaya, K.V. Teplyakov // International Scientific Conference on Electronic Devices and Control Systems: materials of reports of the XII International Scientific and Practical Conference (November 28–30, 2018). – Vol. 1. – Tomsk: V-Spectrum, 2018. – P. 252–255 (in Russian).

UDC 621.372.8

**INVESTIGATION OF COMPLICATED OPTICAL ELEMENTS
BASED ON CHANNEL WAVEGUIDES OPTICALLY INDUCED
IN PHOTOREFRACTIVE LITHIUM NIOBATE
FOR INTEGRATED PHOTONIC CIRCUITS**

A.D. Bezpaly, postgraduate student,

Department of Microwave and Quantum Radioengineering

Scientific adviser A.E. Mandel, Dr. of Phys.-Math. Sc., Prof.

*Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
id_alex@list.ru*

This paper demonstrates the experimental results of studies of forming complicated optical elements based on channel waveguides in a photorefractive surface layer of lithium niobate samples. The structures are formed by point-by-point inducing of refractive index changes performed by laser radiation from the blue-green range.

Keywords: optical inducing, point-by-point method, lithium niobate, photorefractive effect, channel waveguides, waveguide system.

Introduction. Creation of laser radiation sources contributed to the development of transmitting, processing and receiving information in the optical range. Therefore, today, the design and creation of different optical elements of photonic devices is an essential part of communication equipment [1]. Formation of optical elements based on diffractive lattices and channel waveguides is possible in different crystal materials in optics [2]. One of them is lithium niobate (LN). Lithium niobate has an advantageous combination of functional characteristics and commercial availability, so it is a key material in the photonic industry [3]. The most interesting property of LN crystals is the photorefractive effect allowing us to change the refractive index under the light influence [4]. It gives the opportunity to create channel waveguide structures and diffractive ones by direct laser writing or optical inducing. Thus, the LN crystal may be used as a multipurpose substrate for fabricating integrated optical devices, such as phase optical modulators, switches, multi- and demultiplexers based on optically induced channel waveguides and diffractive gratings [3].

In this paper, we present the experimental results of creating complicated optical elements, which is based on point-by-point inducing of channel waveguide structures by laser radiation from the blue-green range.

Obtained results and discussions. The channel waveguide structures were formed within the surface layer of a *Y*-cut lithium niobate photorefractive sample as written in [5]. The light sources were a solid-state YAG:Nd³⁺ laser with frequency doubling ($\lambda = 532$ nm) and a semiconductor laser ($\lambda = 450$ nm). The obtained structures were studied by the optical probing method using He-Ne laser radiation with $\lambda = 633$ nm.

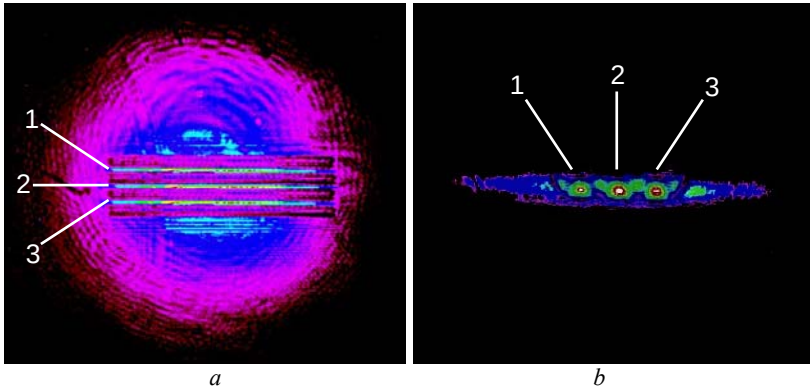


Fig. 1. Light images obtained by optical probing: *a* – the channel waveguide system; *b* – laser beams at the output facet of the waveguide system

Figure 1, *a* shows the result of the waveguide system consisting of 3 channel waveguides formed by the point-by-point method. These 3 waveguides are the bright areas enclosed between the dark lines and marked by the individual numbers. The system with the same topology may be connected with a 1×3 optical splitter and be used as a simple integrated-optical circuit of the multi- or demultiplexer. The multiplexer is a device that combines several input signals and forwards them into a single output channel. Conversely, the demultiplexer performs the opposite function, i.e. it receives a single input flux, then separates it to multiple fluxes and directs each signal to the individual data-output channel connected to the single input of the photodetector.

Figure 1, *b* shows the result of light fluxes propagating inside the channel waveguides. The light propagation was studied by the optical probing method. For this purpose, we directed collimated laser radiation to the input facet of the lithium niobate sample and irradiated the gap of the surface layer by a wide light beam. It gave the opportunity to view the light

localization in each waveguide channel from the output facet. The image shown in Fig. 1, *b* confirmed that several light beams can propagate in the separate waveguide channels of the induced system. In this case we can insert the information into each light beam and transmit it to the desired addressee.

Conclusion. Thus, we can say that the channel waveguide-based system induced in the surface layer of a lithium niobate sample may be used as a complicated optical element of the integrated optical circuit of optoelectronic or photonic devices.

This study was carried out with the financial support of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Project № 3.1110.2017/PCh).

REFERENCES

1. Integrated Optics / Topics in Appl. Phys. / Edited by T. Tamir. Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1978. – Vol. 7. – 344 p.
2. Photorefractive Materials and Their Applications I / Topics in Appl. Phys. / Ed. by P. Günter, J.P. Huignard. – Berlin: Springer, 1988. – Vol. 61. – 430 p.
3. Bazzan M., Sada C. Optical waveguides in lithium niobate: Recent developments and applications // Applied Physics Reviews. – 2015. – Vol. 2, No. 4. – P. 1–25 (040603).
4. Petrov M.P. Photorefractive crystals in coherent optics / M.P. Petrov, S.I. Stepanov, A.V. Khomenko. – SPb.: Nauka, 1992. – 315 p. (in Russian).
5. Bezpaly A.D. Optical writing of channel waveguides and 1D diffraction gratings in photorefractive surface layers of lithium niobate / A.D. Bezpaly, A.O. Verkhoturov, V.M. Shandarov // Ferroelectrics. – 2017. – Vol. 515:1. – P. 34–43. – URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191836535&eid=2-s2.0-84994096967>

UDC 621.317.2

ANALYSIS OF THE COMPLEXITY OF THE ALGORITHM FOR CALCULATING THE ELECTROMAGNETIC FIELD DISTRIBUTION IN A REVERBERATION CHAMBER

A.V. Demakov, postgraduate student,

Department of Television and Control

Scientific adviser T.R. Gazizov, Head of Department of Television

and Control, DScTech, professor

Tomsk, TUSUR, vandervals@inbox.ru

The article presents the results of evaluating the complexity of the algorithm based on representing the electromagnetic field as a superposition of the excited modes for calculating the *E*-field distribution in a reverberation chamber. The estimation of the time spent on executing the algorithm for different values of the fre-

quency sweep step was performed. Based on the analysis of the obtained results, recommendations on the use of the developed algorithm are given.

Keywords: electromagnetic compatibility, reverberation chamber, algorithm, time costs.

Ensuring electromagnetic compatibility is an important task in the development of modern radioelectronic equipment. Miniaturization and integration of the electronic component base and an increase in the component density of printed circuit boards lead to a decrease in the level of susceptibility of radioelectronic equipment to the electromagnetic field [1]. Testing electronic components and units for emission and radiated susceptibility is expensive because it requires sophisticated measuring equipment, as well as special anechoic chambers. The need for cheap test sets, while maintaining the adequacy of the results obtained with their help, leads to the search for alternative test devices, e.g. an electromagnetic reverberation chamber (RC) [2]. Previously, we developed an algorithm based on representing the field as a combination of the cavity modes to obtain rough estimates of the electromagnetic field distribution in an RC [3]. In the high frequency range, the excited electromagnetic field inside the RC is characterized by a complex mode structure. This fact can have a significant impact on the calculation time for the developed algorithm.

The aim of this work is to analyze the time spent on calculating the distribution of the electromagnetic field in an RC, using the developed algorithm.

As a test task, an RC was considered with the dimensions of a rectangular case of $2.4 \times 0.9 \times 1.8 \text{ m}^3$ [4]. The frequency dependence of the number of excited modes in the RC in the range of 600–2000 MHz was calculated. As can be seen from the resulting dependency, it is necessary to calculate the components defined by 62 modes for calculating the E -field strength at the lower border of the considered range and by 592 modes at the upper border (Fig. 1).

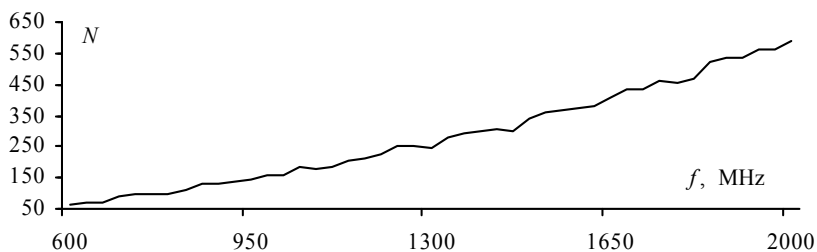


Fig. 1. The frequency dependence of the number of excited modes

In addition to the number of the excited modes, the sweeping step in frequency Δf has a significant impact on the calculation time, which determines the number of frequencies to analyze the structure of the RC. Evaluation of the time spent on an executing the algorithm was performed for $\Delta f = 100, 10$ and 1 MHz by means of calculating the E -field strength at 8 points, which determine the working volume of RC at various boundary conditions of electromagnetic wave propagation. Changing the boundary conditions was carried out by moving the source of exposure. In the test task, 10 positions of an isotropic radiator moving along the linear trajectory were considered. Figure 2 shows the calculated frequency dependences of the E -field strength at one observation point for different Δf . Time costs corresponding to these calculations are summarized in Table.

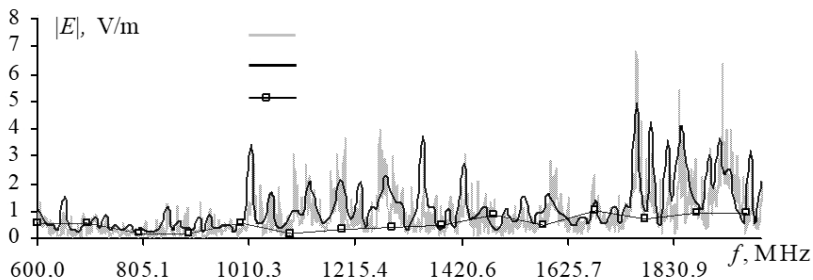


Fig. 2. The frequency dependences of the E -field strength $|E(f)|$, calculated for one observation point at $\Delta f = 0.1$ MHz (a), 1 MHz (b), 10 MHz (c) and 100 MHz (d)

Time costs (t_c) of calculating the E -field distribution in the RC

Δf , MHz	t_c , s
100	6.7
10	10.6
1	92.6
0.1	669.7

As can be observed from the obtained results, there is a non-linear dependence of time costs on the sweep step Δf (Table). For the sweep steps 100 and 10 MHz the time costs are minimal of all the cases considered. However, the incorrect description of the frequency dependence $|E(f)|$ is observed, which is critical for this type of the test device when assessing the statistical properties of the E -field distribution (Fig. 2, c, d). It can be seen that the high accuracy of the description of $|E(f)|$ is achieved at $\Delta f = 1$ MHz and a further decrease of sweep step for the analyzed structure does not lead to an increase in accuracy (Fig. 2, a), while the time costs increase by 7.23 times. It should be noted that the use of the sweep step of

less than 1 MHz is appropriate in the case of analyzing the characteristics of the RC in the «understirred» regime, i.e. in the frequency range in which a limited number of modes cannot excite the uniform electromagnetic field.

Thus, estimation of the time spent on calculating the E -field distribution in the RC with the help of the developed algorithm was performed. The optimal value of Δf was chosen based on the analysis of the time costs and the calculated frequency dependences of the E -field strength, which will be used in the development of the RC prototype.

REFERENCES

1. Pirogov Ju.A., Solodov A.V. Failure of integrated circuits in the fields of radio emission // Journal of Radio Electronics. – 2013. – No. 6. – P. 1– 38. Available at: <http://jre.cplire.ru/jre/jun13/15/text.pdf> (accessed: 11 May 2018) (in Russian).
2. Demakov A.V. Review of research in the development and application of reverberation chambers for electromagnetic compatibility tests / A.V. Demakov, M.E. Komnatnov, T.R. Gazizov // Systems of Control, Communication and Security. – 2018. – No. 2. – P. 151-190. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2018-02/09-Demakov.pdf> (in Russian).
3. Demakov A.V. Analytical model of the reverberation chamber: Scientific session of TUSUR–2018. Materials of the All International Scientific Technical Conference of Students, Tomsk, 16–18 May 2018. – Tomsk: V-Spectr, 2018: – P. 243–246 (in Russian).
4. Safronova E.A. Testing the software implementation of the analytical model of the reverberation chamber / E.A. Safronova, A.M. Artjushkina, A.V. Demakov // Scientific session of TUSUR–2018. Materials of the All International Scientific Technical Conference of Students, PhD Students and Young Scientists, Tomsk, 16-18 May 2018. – Tomsk: V-Spectr, 2018: – P. 235–237 (in Russian).

UDC 533.9

POWER SUPPLY SYSTEM OF PLASMA-CHEMICAL REACTOR

Yu.Z. Vassilyeva, PhD student, Division for Automation and Robotics;

R.D. Gerasimov, undergraduate student, Division for Automation and Robotics

*Scientific Adviser A.Ya. Pak, Associate Professor of Division
for Automation and Robotics, PhD
Tomsk, TPU, yzv1@tpu.ru*

The paper shows the necessity to automate a control system of plasma-chemical reactors. The main goal of the work is to develop an automatic power supply system for the reactor.

Keywords: Plasma reactor, electric arc discharge, automated control system, power supply system

At present, much attention is paid to environmental protection. The issues of environmentally friendly destruction of wastes, expired pesticides and other hazardous substances, as well as plasma-chemical production of ultradispersed materials with desired properties are highly relevant. For these purposes, there exist electric arc plasma chemical reactors. One of the main advantages of plasma-chemical reactors is high performance determined by the high rate of chemical processes in them.

An electric arc is the main heating element in electric arc plasma-chemical reactors. The high power and high density of thermal energy in the arc determine high temperatures in the reactor, which allows creating the environment of any chemical composition in the reactor and conducting chemical processes with high speed and productivity. The high energy density in the electric arc ensures the creation of compact technological installations of various types [2–8]. There exist the following types of the reactors: separate, combined and separate-combined [1]. There is also a classification of the reactors according to the type of power supply current: direct current (DC) [4], alternating current (AC) [8] and pulsed current reactors [6].

Traditionally, electric arc plasma-chemical reactors are controlled by an operator using a manual drive, in particular in works [2, 6–8]. It leads to a low repeatability of experimental data and impossibility of strict control over system parameters. Accordingly, this type of plasma reactors needs to be automated using a variety of software and hardware.

Electric arc plasma-chemical reactors require an automation system for several units, namely: power supply systems, systems for removing data from operating modes, systems for monitoring emergency situations (emergency blocking, stopping, and etc.), and control of arc characteristics.

This work considers the development of one of the above systems – the power supply system (Fig. 1). The power supply system of the plasma-chemical reactor consists of the following elements: «Stop» button, «Start» button, «Unlock» button, supplementary relay K1, solid state relay K2, and blocks of the controller and plasma-chemical reactor.

The power supply system of the reactor works as follows. In normal mode, the solid state relay K2 is turned off. To start the reactor correctly it is necessary to press the «Start» button and the «Unlock» button simultaneously. At this point, the following actions occur:

1. Voltage is applied to the winding of relay K1.
2. Contacts K1 are closed.
3. Solid state relay K2 is shunted.
4. Control circuit is closed.
5. Plasma-chemical reactor is started.

2. Berkman J., Jagannatham M., Rohit Reddy D., Haridoss P. Synthesis of thin bundled single walled carbon nanotubes and nanohorn hybrids by arc discharge technique in open air atmosphere // *Diamond & Related Materials*. – 2015. – Vol. 55. – P. 12–15.

3. Zhao J., Wei L., Yang Zh., Zhang Y. Continuous and low-cost synthesis of high-quality multi-walled carbon nanotubes by arc discharge in air // *Physica E*. – 2012. – Vol. 44. – P. 1639–1643.

4. Su Y., Zhang Y., Wei H., et al. Length-controlled synthesis of single-walled carbon nanotubes by arc discharge with variable cathode diameters // *Physica E*. – 2012. – Vol. 44. – P.1548–1551.

5. Imasaka K., Kanatake Y., Ohshiro Y., et al. Production of carbon nanotubes and nanotubes using an intermittent arc discharge in water // *Thin Solid Films*. – 2006. – Vol. 506. – P. 250–254.

6. Tsai Y.Y., Su J.S., Su C.Y., He W.H. Production of carbon nanotubes by single-pulse discharge in air // *Journal of Materials Processing Technology*. – 2009. – Vol. 209. – P. 4413–4416.

7. Kanai M., Koshio A., Shinohara H., et al. High-yield synthesis of single-walled carbon nanotubes by gravity-free arc discharge // *Applied Physics Letters*. – 2001. – Vol. 79 (18). – P. 2967–2969.

8. Yousef S., Khattab A., Osman T.A., Zaki M. Effects of Increasing Electrodes on CNTs Yield Synthesized by Using Arc-Discharge Technique // *Journal of Nanomaterials*. – 2013. – Vol. 2013. – P. 1–9.

UDC 004.415.25

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE SYSTEM FOR AUTOMATED MONITORING OF LAND-COVER CHANGE

K. Maslov, the student of the Division of Information Technology

Scientific advisor O. Tokareva, Associate Professor,

Candidate of Engineering Sciences

Tomsk, TPU, kam20@tpu.ru

The paper briefly describes the functionality, high-level structure and key points of implementing the software system for automated monitoring of land-cover change. It considers a general algorithm based on using remote sensing data available via public APIs for a scenario implemented within the discussed system.

Keywords: land-cover change, automated monitoring, remote sensing data, GIS, USGS EarthExplorer API, ESPA ordering system API.

The aim of this paper is to present core concepts of the developed software system for automated monitoring of land-cover change using remote sensing data.

Nowadays public network resources allow end-users to get access to remotely sensed imagery via application program interfaces (APIs). These tools automate data searching and downloading [1].

As it was shown in [2, 3], the typical land-change monitoring tasks include such steps as calculation of spectral indices (e.g. NDVI, NDWI) and spatial statistics, which can be relatively easily automated. To build a system able to solve tasks of monitoring land-cover change for a particular area of the interest, it is necessary to automate both steps: data acquisition and processing.

Fig. 1 represents the architectural aspects of the designed monitoring system using UML package diagram notation.

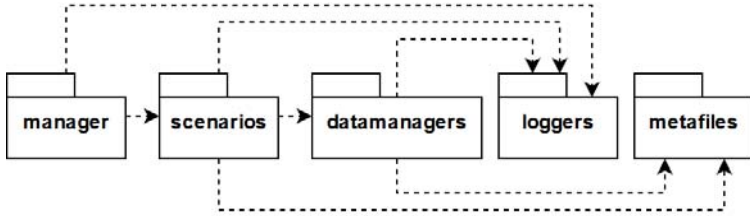


Fig. 1. A high-level structure of the designed system

The *manager* package is responsible for the command-line interface of the system. It provides commands such as *run*, *verify* and *help* and guarantees parallel execution of scenarios. The *scenarios* package contains classes implementing system scenarios, which include data downloading and processing operations. The *datamanagers* package contains classes providing data fetching mechanisms. The *loggers* and *metafiles* packages are responsible, respectively, for output log information and managing system states using JSON files, which store information about schedules of the scenarios, data downloading statuses, etc. Note that the structure of the designed system does not depend on data structures provided by classes of the *datamanagers* package, so the system can be used with any kind of data obtained from external sources, e.g. financial, meteorological, etc.

Manager, *AbstractScenario* and *AbstractDataManager* (Fig. 2) are core classes of the developed system. The *Manager* class implements methods for parsing and executing user commands and running registered scenarios independently. The *AbstractScenario* class describes a scenario; scenarios have their own name, schedule and methods to get data and process it. The *AbstractDataManager* class provides the abstraction for the mechanisms of fetching data from external resources.

Thus, the developed system provides a scenario-oriented framework, where computer programmers or data scientists should only implement the subclasses of the *AbstractScenario* class and, if needed, subclasses of the *AbstractDataManager* class.

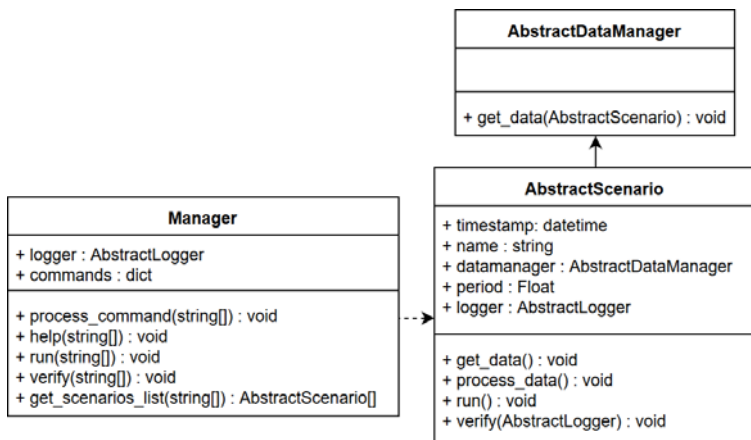


Fig. 2. A UML class diagram (only essential classes, fields and methods are shown)

Figure 3 shows a sample algorithm (a candidate implementation of the *run* method of a scenario) for downloading and processing fetched scenes of Landsat 8 surface reflectance products using USGS EarthExplorer and ESPA ordering system public APIs.

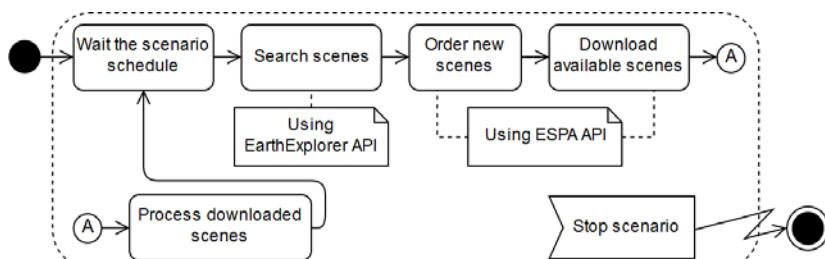


Fig. 3. An algorithm for acquisition and processing satellite imagery (UML activity diagram notation is used)

The developed system can be introduced to faculties, businesses or independent researchers to meet their needs in monitoring land-cover change using remote sensing data. In the future, it is planned to implement a particular system scenario to analyze state dynamics of vegetation harmed by Siberian moth (*Dendrolimus superans*).

REFERENCES

1. Balashov I.V., Khalikova O.A., Burtsev M.A. et al. Organization of automatic data acquisition from satellite and meteorological data archiving and distribution centers // Current problems in remote sensing of the Earth from space. – 2013. – Vol. 10, No. 3. – P. 9–20 (in Russian).

2. Maslov K.A. Analysis of the dynamics of the state of coniferous forests damaged by the *Dendrolimus superans* using remotely sensed data // Proceedings of the XVI International scientific and technical conference of students, graduates and young scientists «Youth and modern information technology» / Tomsk Polytechnic University. – 2019. – P. 98–99 (in Russian).

3. Maslov K.A. Evaluation of changes in the state of the vegetation cover of the Vasyugan forestry of the Tomsk region using Landsat 8 imagery // Proceedings of the XVI International scientific and technical conference of students, graduates and young scientists «Youth and modern information technology» / Tomsk Polytechnic University. – 2019. – P. 96–97 (in Russian).

UDC 347.71:001.895

**COMMERCIALIZATION OF THE METHOD
FOR DETERMINING THE ELEMENTAL COMPOSITION
OF IMPURITIES ON THE SURFACE OF A SOLID BODY
USING ELASTIC RECOIL DETECTION ANALYSIS**

A.S. Molchanov, undergraduate student,

Department of Innovation Management;

A.A. Chinyakov, undergraduate student,

Department of Physical Electronics

Scientific adviser E.A. Monastyrnyi, Dr. of Econ. Sc, Prof.,

Department of Innovation Management

Tomsk, TUSUR, molchanov.aleksandr95@mail.ru

The article describes the process of commercialization of the method for determining the elemental composition of impurities on the surface of solids using recoil nuclei.

Keywords: elastic recoil detection analysis, Rutherford backscattering, recoil nuclei, commercialization.

Currently, in any research, an urgent task is to derive benefit from any scientific and technical developments. This problem is solved by the commercialization of the results of engineers' research. In this paper, the process of commercialization of the method for determining the elemental composition of impurities on the surface of solids by the elastic recoil detection analysis (ERDA) is considered.

Nowadays, to determine the elemental composition of solid surface impurities, the Rutherford backscattering (RBS) method is most often used. The RBS method is based on the use of a physical phenomenon – elastic scattering of accelerated particles at large angles as they interact with the nuclei of a substance. The RBS has long been used in nuclear physics to determine the composition of targets [1]. However, this technique is appli-

cable only in cases where the mass of atoms of the elements of the surface layers of the sample is greater than the mass of ions bombarding the sample [1]. This circumstance does not allow determining impurities whose atomic mass is less than the atomic mass of the incident ions. Unlike the RBS, the ERDA allows one to register the presence of impurities in a sample whose atomic mass is less than the atomic mass of the incident ions, for example, hydrogen and its isotopes (deuterium) [1].

The process of commercialization of any innovation project consists of several stages [2]:

- 1) determination of the directions of commercialization of a scientific and technical development (STD);
- 2) transformation of the STD into a commodity for the technology market;
- 3) promotion of the STD at the market and search for specific buyers;
- 4) adaptation (revision) of the original product and technology package to the requirements of a specific potential buyer;
- 5) the actual commercialization of the STD.

If we take into account that the ERDA has a scientific and technical direction, we can say that the developed product can be widely applied at the enterprises of the electronic and microelectronic industry, since all modern electronics are built on semiconductor technology [2].

In order to turn the developed methodology into a product, it is necessary to build an enterprise with experimental equipment (EE) for conducting experiments and to design software for processing the results of the experiments. EE includes: a high voltage source, an electrostatic generator, cylinders with helium, which will be used as accelerated ions, as well as ion lines, a rotating magnet system, and an experimental vacuum chamber. To process the results of experiments, the software SIMNRA can be used. Trained staff is needed to work with the EE and software [2].

Various ways can be used to promote market development, including direct appeals and negotiations, participation in exhibitions and fairs, conferences and seminars, various competitions and tenders, presentations. At the same time, it is necessary to use both traditional approaches and the possibilities of new information technologies (Internet, e-mail), mass media (radio, television, press) [2].

Individual work will be carried out related to each potential buyer's requirements, which often involves determination of impurities on the surface of the semiconductor arriving at the enterprise. Its surface will be investigated using the technique described in this article [2].

In order to obtain a commercial effect, it is possible to create an independent enterprise, a joint venture, or an entry into an operating enterprise

with intellectual property [2]. For example, the acting enterprise with intellectual property in Russia is the Joint Institute for Nuclear Research in Dubna [3].

In conclusion, it should be noted that the method of recoil nuclei is much more efficient than other methods for determining the elemental composition on the surface of solids. For comparison, we considered the method of Rutherford backscattering, which has an advantage over the ERDA only in terms of the lowest costs.

REFERENCES

1. Chinyakov A.A., Sokhoreva V.V. Determination of the depth profile of the concentration of hydrogen and deuterium using the method of nuclei of recoil // XIV International Scientific and Practical Conference «Electronic tools and control systems: Reports, 28–30 November 2018. – Tomsk, 2018. – Vol. 1. – P. 40–43.
2. Gubin E.P. Technology innovations. – Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2013. – 214 p.
3. Joint Institute for Nuclear Research: Science brings people closer together [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.jinr.ru> (accessed: 02/14/2019).

UDC 004.934.2

OBJECTIVE AUTOMATED QUALITY ASSESSMENT OF SYLLABLE PRONUNCIATION DURING SPEECH REHABILITATION

*D.I. Novokhrestova, postgraduate student, Department of Complex
Information Security of Computer Systems*

*Scientific adviser E.Y. Kostyuchenko, Associate Professor, Ph. D.,
Department of Complex Information Security of Computer Systems
Tomsk, TUSUR, ndi@fb.tusur.ru*

This article considers the task of automated quality assessment of syllable pronunciation in the process of speech rehabilitation as well as the assessment technique used in the present. The shortcomings of this technique and the features of the task are highlighted. We propose the functions and requirements for the algorithm and modules of the software package that will solve the formulated problem.

Keywords: quality assessment, syllable pronunciation, speech rehabilitation, methods for assessing, quality of speech.

The main part of the methodology currently used in the rehabilitation of patients in Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences is based on GOST R 50840-95 «Speech transmission over varies communication channels. Techniques for measurements of speech quality, intelligibility and voice identification» [1]. The standard describes how to obtain quality assessment of speech

transmission based on the intelligibility and recognizability of the speaker's voice. In speech rehabilitation, the assessment of syllabic intelligibility is applied. Appendix B of GOST R 50840-95 contains tables of syllables (1000 tables and 50 syllables in each table), which the speaker is offered to read for recording, as well as test phrases and tables of phrases (Appendix G and D of GOST R 50840-95 with 100 tables and 50 phrases in each table). Within one session, $5 \cdot k$ tables are read out, where $k = 1, 2, 3 \dots$. The fives of the tables should be numbered as 1–5, 6–10, 11–15, etc. Reading of incomplete five tables according to the GOST is not allowed. In fact, for most of the sessions, the first or the first two tables are read out. Next, a speech therapist listens to the recording and assesses the intelligibility of the spoken syllables, for each syllable a score of 1 or 0 is given, where 0 means that the audible syllable does not match the tabular and 1 means that the audible syllable matches the tabular. The syllable intelligibility of a session is the ratio of the sum of the points given by the auditor to the total number of the syllables recorded during the session. The time spent on assessing the patient's speech in one session is approximately three times the total time of sounding of all the recorded syllables (this takes into account the time taken to start recording, listening, giving a score). This time may also increase due to the fact that some syllables have to be listened to several times because of the nature of the recording and/or the patient's speech. We have identified a few drawbacks of the applied estimation method. They are the following.

- A significant influence of an expert opinion. This can include both a hearing ability of a speech therapist and his or her previous knowledge of the recorded syllables, which lead to a distorted perception of sound information.

- Long processing time (compared to the total duration of all records).

- The complexity of considering the initial features of the patient's speech. The original features of the pronunciation of phonemes and phoneme combinations can distort the spoken syllable, which can affect syllable intelligibility.

- The general list of syllables to record for all diseases and patients.

- The impossibility to build recovery dynamics for individual syllables, phonemes, or phoneme combinations.

- The inability to change the set of syllables when correcting the process of speech rehabilitation. For example, if initially there was a problem with several phonemes and the pronunciation of one of them was corrected to the preoperative level during the rehabilitation process, then it would be logical to remove this phoneme from the recording session and devote more time to the remaining problem phonemes. However, this does not

negate the possibility of having control sessions with the presence of all initially problematic phonemes.

- The inability to build sessions using biofeedback.

After analyzing the identified shortcomings and taking into account the wishes of specialists who will work with the software package, the task of automated speech quality assessment is formulated.

The solution to the problem of automated quality assessment of syllable pronunciation in the process of speech rehabilitation is to develop a method and a set of algorithms, the use of which will allow calculating the quantitative assessment of syllable intelligibility in an automated mode with minimal participation of a speech therapist to monitor the process.

The principal feature of the task of automated assessment of the quality of syllable pronunciation is that two different implementations of the same syllable are compared, rather than identical records (comparing the record in its original form to the one transformed by transmission via communication channels). Because of this feature in the developed algorithms, it is necessary to pay special attention to correct temporal normalization. Therefore, the use of speech quality assessment methods for transmission over communication channels in their original form is not possible.

To solve the problem, a software package is being developed. For the algorithms and modules of the software complex, the functions and requirements are formulated.

- For assessment algorithms: taking into account the patient's speech features, automated assessments without expert participation, the ability to count various assessments (for example, using various possible metrics [2, 3]), and the possibility of using different syllable lists.

- For the syllable assessment module: minimization of expert participation (participation of an expert only in setting up an assessment, for example, choosing a reference session), assessment of rehabilitation dynamics by comparing pronunciation quality estimates for syllables in various sessions and total average assessment of a session, assessment of previously created sessions, assessment in real time.

- For the syllable recording module: minimization of expert and patient's participation in technical aspects of syllable recording, automatic processing of the recorded sound files to facilitate further processing, display of the recorded syllable on the screen, as well as, if possible, duplication of the syllable through the audio channel (to facilitate perception and pronunciation of the syllable by the patient).

In conclusion, we should note that the drawbacks of the applied estimation method show the need to solve the problem of automated quality

assessment of syllable pronunciation. The list of functions and requirements can be expanded in the process of further research. To develop evaluation algorithms, we should choose the most appropriate dissimilarity measures. Making phoneme lists for specific diseases is possible after analyzing the database of patient records in the process of speech rehabilitation.

REFERENCES

1. Standard GOST R 50840–95 Speech transmission over varies communication channels. Techniques for measurements of speech quality, intelligibility and voice identification. – M.: Publishing Standards, 1996. – 234 p.
2. Kostyuchenko E., Mescheryakov R., Ignatieva D. et al. Correlation normalization of syllables and comparative evaluation of pronunciation quality in speech rehabilitation // Advances in intelligent systems and computing. – 2019. – Vol. 759. – P. 209–216.
3. Novokhrestova D., Kostyuchenko E., Meshcheryakov R. Choice of signal short-term energy parameter for assessing speech intelligibility in the process of speech rehabilitation // Lecture notes in computer science. – 2018. – Vol. 11096 LNAI. – P. 461–469.

UDC 004.8

OPTIMIZATION OF FUZZY APPROXIMATOR PARAMETERS USING THE MONKEY ALGORITHM

***S.S. Samsonov, post-graduate student, the Department
of Complex Information Security of Computer Systems***

*Scientific supervisor I.A. Hodashinsky, professor of the Department of
Complex Information Security of Computer Systems, Ph.D
Tomsk, TUSUR, sss@fb.tusur.ru*

This paper investigates a method for constructing Takagi-Sugeno fuzzy systems. A piecewise linear initialization algorithm is used to generate the structure of a fuzzy system, and the metaheuristic Monkey Algorithm is used to optimize the parameters of a fuzzy system. The experiments were conducted on real data from the KEEL repository. A comparison of the experimental results with the results of other methods is made.

Keywords: fuzzy system, Takagi–Sugeno fuzzy system, regression, fuzzy approximator, monkey algorithm, parameter optimization.

Introduction. Fuzzy modeling is one of the promising methods for estimating the input-output relationship in complex non-linear systems. Such modeling is generally performed using Takagi–Sugeno fuzzy systems [1]. This type of constructing fuzzy systems includes four basic steps: generating the source data, i.e. setting the type of the fuzzy system and related parameters for this type, generating the structure of the fuzzy system, find-

ing optimal values of the fuzzy system parameters, and evaluating the built structure.

The aim of this work is to study the effectiveness of the monkey algorithm (MA) in the method for constructing Takagi-Sugeno fuzzy systems under consideration.

A Takagi-Sugeno fuzzy system. As stated in [2], a fuzzy system can be represented as:

$$y = f(\mathbf{x}, \boldsymbol{\theta}; \mathbf{D}),$$

where $\mathbf{x} = \|x_1, \dots, x_n\|$ is the input vector, $\boldsymbol{\theta} = \|\theta_1, \dots, \theta_N\|$ is the vector of antecedent parameters, y is the output variable, $\mathbf{D}$ is the vector of consequent parameters.

A fuzzy system is based on a set of fuzzy rules «IF-THEN» [2]. In a Takagi-Sugeno fuzzy system, the i^{th} rule is as follows:

$$\text{IF } x_1=A_{1i} \text{ AND } x_2=A_{2i} \text{ AND } \dots \text{ AND } x_n=A_{ni} \text{ THEN } y = d_{0i} + d_{1i}x_1 + \dots + d_{ni}x_n,$$

where A_{ij} is a linguistic term by which the variable x_i is evaluated; y is an output given by a linear function of the input variables[1], n is the number of input variables.

The output of a fuzzy approximator is defined as follows:

$$f(\mathbf{x}; \boldsymbol{\theta}; \mathbf{D}) = \frac{\sum_{i=1}^R \prod_{j=1}^n \mu_{A_{ij}}(x_{ij}) \cdot (d_{0i} + d_{1i}x_1 + \dots + d_{ni}x_n)}{\sum_{i=1}^R \prod_{j=1}^n \mu_{A_{ij}}(x_{ij})},$$

where R is a number of rules.

Suppose there is a table of observations $\{(\mathbf{x}_p, t_p), p = 1, \dots, m\}$, then the criteria of the approximation can be expressed in the following way:

$$MSE(\mathbf{x}, \boldsymbol{\theta}; \mathbf{D}) = \frac{1}{2m} \cdot \sum_{p=1}^m (t_p - f(\mathbf{x}_p, \boldsymbol{\theta}; \mathbf{D}))^2.$$

To optimize the vector of antecedent parameters $\boldsymbol{\theta}$, we propose the metaheuristic Monkey Algorithm [3].

Experiment. To evaluate the effectiveness of the fuzzy approximator constructed using the proposed method, tests were performed on data sets from the KEEL repository using the cross-validation mechanism. The fuzzy approximator structure was generated using a piecewise linear initialization algorithm [1]. The results of the experiments were compared with the results of other methods from [4] and are presented in Table.

Discussion. Based on Table, the accuracy and the number of rules were compared by the Mann-Whitney-Wilcoxon statistical criterion, which showed that there is a clear statistical difference between the number of

rules used in the PLI + MA combination and other algorithms (the value of the statistical criterion is 0 at a significance level equal to 0.05). At the same time, when comparing the approximation error, this criterion showed that there is no statistical difference between the results of PLI + MA and other algorithms presented (the value of the statistical criterion is 0.797 and 1 when comparing the approximation error with LEL-TSK and METSK-HD, respectively).

Approximation results on KEEL repository data

DATASET	MA+PLI		LEL-TSK		METSK-HD	
	#R	#Tst	#R	#Tst	#R	#Tst
abalone	4.6	2.398	107	2.412	23.1	2.392
forestFires	1.2	2007.5	418	14074.5	40.6	5587.44
autoMPG8	7	4.363	129	7.111	64.2	5.391
concrete	10	58.443	325	31.43	53.7	23.885
autoMPG6	7	4.516	79	6.357	53.6	4.478
dee	19	0.109	57.8	0.682	50.6	0.103
friedman	29.8	0.7822	435	1.07	66	1.888
plastic	14	1.1528	66	1.188	19.2	1.136
ele-1	7.6	2.7518	27	2.402	11.4	2.022
ele-2	11.8	4242	44.8	3752	36.9	3192
quake	18.8	0.018	127	0.0308	18.3	0.0181

Conclusion. The above comparative analysis has shown the effectiveness of the proposed method. This analysis allows us to conclude that the error value is comparable while the number of rules used is clearly smaller. Thus, the combination of the PLI structure generation algorithm and the MA parametric optimization algorithm can be recommended for practical use in solving problems of constructing fuzzy systems of the Takagi-Sugeno type.

REFERENCES

1. Takagi T. Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control / T. Takagi, M. Sugeno // IEEE Transaction Systems, Man and Cybernetics. – 1985. – Vol. 15, No. 1. – P. 116–132.
2. Hodashinsky I.A. A technique for constructing compact and precise fuzzy systems of Takagi–Sugeno type / I.A. Hodashinsky, K.S. Sarin // TUSUR Reports. – 2016. – Vol. 19, No. 1. – P. 50–56.
3. Hodashinsky I.A. Design of fuzzy rule based classifier using the monkey algorithm / Hodashinsky I.A., Samsonov S.S // Business Informatics. – 2017. – Vol. 1 (39). – P. 61–67.
4. Gacto M.J. METSK-HD: A multiobjective evolutionary algorithm to learn accurate TSK-fuzzy systems in high-dimensional and large-scale regression problems / M.J. Gacto, M. Galende, R. Alcalá, F. Herrera // Information Sciences. – 2014. – Vol. 276. – P. 63–79.

IDENTIFICATION OF THE SIMILARITIES IN CT DATA SETS TO DETECT PULMONARY FIBROSIS

Natzina Juanita Francis,

PhD Student, Division for Information Technology

Supervisor S/V. Axyonov, Associate Professor, PhD,

Division for Information Technology

Tomsk, National Research Tomsk Polytechnic University

natzina_92@yahoo.com

The main aim of the research is to group all computer tomographic images with pulmonary fibrosis into various subsets according to their similarities by the data similarity deep learning technique. At first, the images are passed as three (Query, Positive, and Negative) into the system. Then the embedding function is applied to determine the similarity distance between the images. The hinge loss is then determined to train the data, and computer tomographic images of the lungs are grouped into subsets based on their similarities. These subsets are used to determine the pulmonary fibrosis of lungs by using the Pyramid Scene Parsing Network (PSPNet) Model.

Keywords: computer tomography, machine learning, fibrosis, lung pathologies.

Specialists in the field of computer science may never be completely able to identify computer tomographic (CT) images with pulmonary fibrosis as well as it is done by a radiologist. They merely just get the datasets from either medical centers or online databases to suit their purpose of research. To produce accurate results, the system should be trained to automatically recognize symptoms that lead to pulmonary fibrosis. The CT images are grouped according to their anomalies into subsets, which play an important role in the accurate detection of fibrosis. These subsets are then passed into the PSPNet [1, 2] to get the final desired output.

Methods and Technologies. The usual way of creating a similarity model is by extracting features, and then computing them to find their similarities. Local Binary Patterns [3], Gabor filters, SIFT [4] and HOG [4] help in identifying such similarities. However, to identify CT images with fine grained similarities, a technique called deep ranking [5] is used. This technique classifies image similarities into three subsets named query, positive, and negative.

The square of the Euclidean metric is used to find similarities in images. The embedding function f [6] that assigns an even smaller distance to all the similar CT images is given by:

$$D(f(p^i), f(p^{i+})) < D(f(p^i), f(p^{i-})), p^i, p^{i+}, p^{i-} \text{ such that } r(p^i, p^{i+}) > r(p^i, p^{i-}),$$

where f is used to map the image to a vector: p^i , p^{i+} , and p^{i-} represent the query, positive, and negative images, respectively, and r is the distance of similarities [4, 5] between any two images.

Finally, the hinge loss is given by:

$$l(p^i, p^{i+}, p^{i-}) = \max \{0, g + D(f(p^i), f(p^{i+})) - D(f(p^i), f(p^{i-}))\},$$

where D is the Euclidean distance, and g is the parameter that regulates the gap.

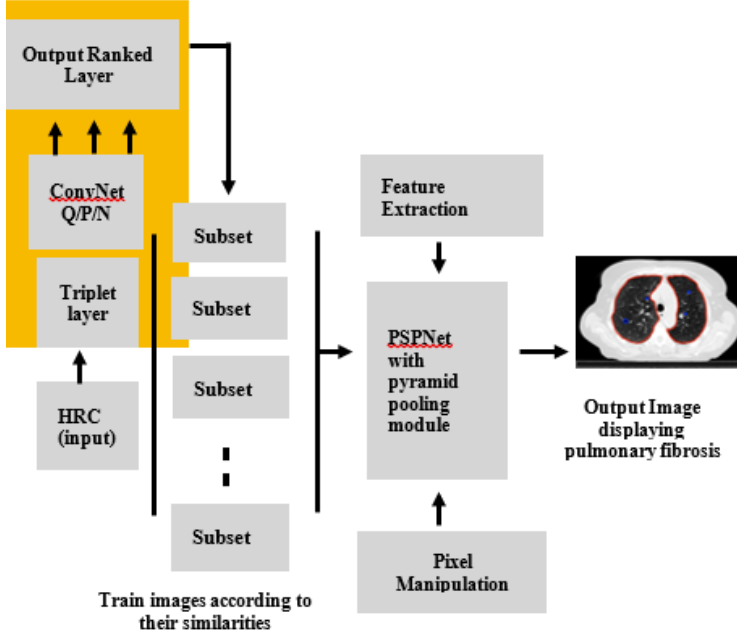


Fig. 1. Network Structure of the Overall Working Process

The multiscale convolutional neural network can be successfully used to group images according to their similarities. These images are characterized using a deep learning method [5] as seen in the diagram above.

Once the CT images are grouped, the textures of these images are further passed into PSPNet. The pyramid pooling method is then used to identify more finite details in the outputted CT images. This is then passed through binary image morphing and the k nearest neighbor algorithm where pixels are manipulated to generate the desired output. The analysis of this data is verified with the details of patients suffering from pulmonary fibrosis that are entered into the system.

Conclusion. Thus, the developed network helps to find and group similarities of pulmonary fibrosis in CT images by using the simple three-layer data similarity deep learning architecture. With the help of the embedded distance and the hinge loss technique, the distance between image

pixels can be optimized to a smaller number as required. Finally, the grouped images which are parsed through PSPNet detect all anomalies related to pulmonary fibrosis.

REFERENCES

1. Kochura Yu. et al. Data Augmentation for Semantic Segmentation. // 10th Int. Conf. on Advanced Computational Intelligence (Xiamen, China) (submitted). – 2018.
2. Walsh S., Calandriello L., Silva M., Sverzellati N. A Deep Learning Algorithm for Classifying Fibrotic Lung Disease on High Resolution Computed Tomography. // European Respiratory Journal. – 2018. – Vol. 52, Is. OA262. DOI: 10.1183/13993003.congress-2018.OA262.
3. Samek W., Wiegand T., Muller K.R. Explainable artificial intelligence: Understanding, visualizing and interpreting deep learning models. // ITU Journal: ICT Discoveries – Special. – Is. 1: The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Communication Networks and Services. – 2018. – Vol. 1, Is. 1. – P. 39–48.
4. Karami E., Prasad S., Shehata M. Image matching using SIFT, SURF, BRIEF and ORB: performance comparison for distorted images: arXiv preprint arXiv: 1710.02726, 2017.
5. Sharma R., Vishvakarma A. Retrieving Similar E-Commerce Images Using Deep Learning // @article DBLP: journals/corr/abs-1901-03546, 2019.
6. Linardi M., Zhu Y., Palpanas T., Keogh E.J. Matrix Profile X: VALMOD – Scalable Discovery of Variable-Length Motifs in Data Series // In Proceedings of the International Conference on Management of Data (SIGMOD). – 2018. – P. 1053–1066.

UDC 004.891

LUNG FISSURE DETECTION AND SEGMENTATION TO IDENTIFY BRONCHOPULMONARY SEGMENTS

Nadine Suzanne Francis, PhD Student,

Division for Information Technology

Supervisor S.V. Axyonov, Associate Professor, PhD,

Division for Information Technology

Tomsk, National Research Tomsk Polytechnic University

nadinesuzannefrancis@gmail.com

Bronchopulmonary lung segments form the boundary line for a radiologist to identify a certain pathology or anomaly. Moreover, as each bronchopulmonary lung segment is independent of the other segments, radiologists pursue identification of pathologies related to a particular segment. Fissures form the main lobes of the lung. Detecting these fissures simplify the identification process of bronchopulmonary lung segments. In this research, we aim to identify these lung fissures using binary morphing techniques and the Nearest Neighbor algorithm. Furthermore, two convolutional neural networks, namely R Mask and U-Net, are combined to iden-

tify segments within these fissures. Keras and Shadowing techniques are used to pass only certain details of the lung image as the training dataset. By using this method, bronchopulmonary lung segments can be identified more accurately.

Computer tomographic (CT) images of the lung hold intricate details and hence display more accurate and better interpretation of both healthy and diseased lung images. This in turn helps in developing applications that could aid a radiologist in making a better and faster diagnosis. Identification of lung fissure helps in identifying the three main lobes of the lungs. Once fissures [1] are identified, the process of finding other bronchopulmonary lung segments with the use of neural networks and shadowing [2] becomes more eminent and provides better results.

Methods and Technologies. Lung fissures are very prominent in CT images, and hence fissure identification can be performed with the help of the Nearest Neighbor [3] algorithm. This algorithm helps to identify neighboring pixels from one end of the image to the other within a single lobe.

The nearest neighbor (R, c), where R is a near neighbor and c represents the distance between two pixels, is detected using the Locality Sensitive Hashing algorithm [4].

For an image area B of radius r , the algorithm is defined as follows:

$$B(v, r) = \{q \mid D(v, q) \leq r\},$$

where D is the dataset of pixels, q is the query point that outputs the point v for every dataset.

Once the fissure is identified, it is intensified and then morphological smoothing [5] is applied to the entire image to get a clearer view of only the lung with the fissure segments and without unnecessary obstructing features.

Let I be the input gray scale image of size $m \times n$. Dilation $\oplus$ and erosion $\ominus$ operations on image I is defined [5] as following:

$$(I \oplus Wd)(x, y) = \max_{i \in S1, j \in S2} (I(x-i, y-j) + Wd(i, j)),$$

$$(I \ominus We)(x, y) = \min_{i \in S1, j \in S2} (I(x+i, y+j) - Wd(i, j)).$$

where $Wd \in R^{a \times b}$, $We \in R^{a \times b}$, $S1 = \{1, 2, \dots, a\}$ and $S2 = \{1, 2, \dots, b\}$. Wd and We are dilation and erosion kernels or structuring elements.

Once the fissure segments are identified, detection of the bronchopulmonary lung segments can be done using R-Mask neural network and U-Net [6].

Although R-Mask occupies enormous amount of space and time, the process is simplified by training the model to use only separate fissure segments. Each fissure segment is then separately segmented further through identifying shadowed areas.

Once shadowed features [2] are identified within the fissure segments, only this information is fed into Mask CNN and the model is trained to identify the specific areas. To reduce the computation time, U-Net is used to train the model with Keras [2, 6] as a deep learning algorithm when the CNN is convolved again.

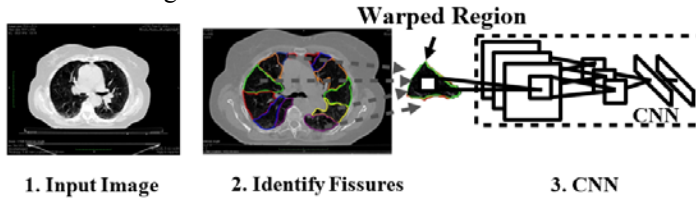


Fig. 1. Process of Bronchopulmonary Segment Identification

Prediction and Performance. The accuracy of bronchopulmonary lung segmentation is rather high as fissures provide a smaller area to detect and analyze segments. Moreover, training data using the shadowing technique [2] displays a clearer output.

As the amount of data to be trained is reduced, the output pixel loss is further reduced, thereby providing a minimal optimum. The loss function L can be calculated using the formula:

$$L = S_{CLS(U)} + S_{box(R)} + S_{mask}$$

where $S_{CLS(U)}$ is the log loss from U-Net's softmax detector, $S_{box(R)}$ is the loss from R Mask's bbox regressor, and S_{mask} is the loss [2] from the detected mask. The minimal loss that occurs is represented with the symbol S .

Conclusion. During bronchopulmonary lung segmentation, identification of fissures simplifies the process, as only the area within the fissure segment must be analyzed. The analysis within the fissure segment using shadowing and CNN makes the process more accurate, and provides clearer segments, thus making the process simpler and faster.

REFERENCES

1. Giuliani N., Payer C., Pienn M., Olschewski H., Urschler M. Pulmonary lobe segmentation in ct image using alpha-expansion // Proc. of VISIGRAPP, 2018. – P. 387–394.
2. Zaitouny A., Stemler T., Algar D Sh. Optimal Shadowing Filter for a Positioning and Tracking Methodology with Limited Information // MDPI, Basel, Switzerland, Sensors 2019, 19, 931; doi: 10.3390/s19040931, 2019.

3. Andoni A., Indyk P., Razenshteyn I. Approximate nearest neighbor search in high dimensions. // arXiv preprint arXiv: 1806.09823, 2018.
4. Chen L.C., Papandreou G., Kokkinos I., Murphy K., Yuille A.L. Deeplab: Semantic image segmentation with deep convolutional nets, atrous convolution, and fully connected crfs. // IEEE TPAMI. – 2018. – No. 40(4). – P. 834–848.
5. Mondal R., Santra S., Chanda B.: Dense Morphological Network: A Universal Function Approximator // arXiv e-prints arXiv: 1901.00109, 2019.
6. Kochura Yu. et al. Data Augmentation for Semantic Segmentation. // 10th Int. Conf. on Advanced Computational Intelligence (Xiamen, China) (submitted), 2018.

UDC 621.315.02

TRIANGULAR QUANTUM WELL WITH STAGGERED PROFILE

O.F. Zadorozhny, graduate student, Department of Electronic Devices

Scientific supervisor V.N. Davydov

Dr. of Engineering, Prof., Department of Electronic Devices,

Tomsk, TUSUR, oleg9300@outlook.com

This study investigates triangular quantum wells with a staggered profile obtained by using the combination of two wells with different tilts. It was found that the top and bottom quantum wells can both thicken and expand the density spectrum of energy levels.

Keywords: Triangular quantum wells, Bohr–Sommerfeld quantization rule, energy spectrum.

At present, triangular quantum wells (TQW) are used to create sources of coherent and incoherent radiation, the energy spectra of which are standard and determined by the size of the well [1,2]. However, in a number of practical applications, there is a problem of obtaining heterostructures, the spectra of which are predetermined by the parameters of the future applications and differ from the standard spectrum. This problem can be solved by combining two wells with different tilts.

The aim of this work is to research the spectral capabilities of a TQW with a staggered profile. In traditional TQWs, the positions of the allowed energy values is determined by the width and depth of the well; both of these parameters determine the tilt angle of the potential well, which is equivalent to having the internal field.

Calculating the Energy Spectrum of the Triangular Quantum Well with the Staggered Profile.

The TQW with the staggered profile includes two independent potential wells (F_1 and F_2), a combination of which can determine the geometry

of the TQW with the staggered profile and can be changed at any width and depth of the TQW [1].

Two cases of the extreme configuration of the TQW with the staggered profile are shown in Fig. 1.

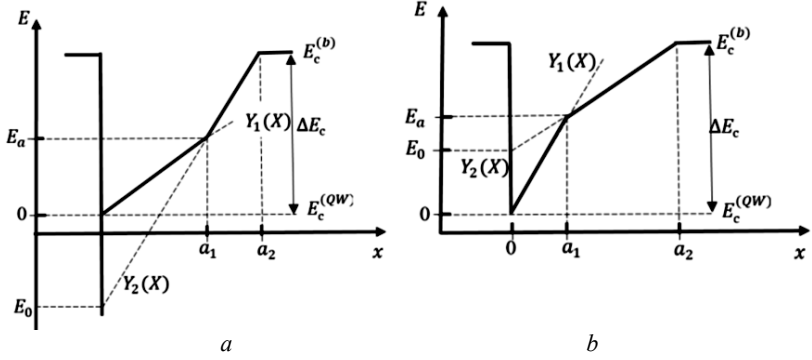


Fig. 1. Extreme cases for the potential of the triangular quantum well with the staggered profile: *a* – narrow-wide; *b* – wide-narrow

The potentials in the figure are the functions that can be determined as follows: $Y_1(x) = qF_1x$; $Y_2(x) = E_0 + qF_2x$; $E_a = qF_1a_1$ and $E_0 = E_a - qF_2a_1$.

The position of the allowed energy values in the TQW with the staggered profile can be found using the Bohr–Sommerfeld quantization rule [1]

$$E_n^{(n,w)} = \left[\frac{3\pi\hbar qF_1}{2\sqrt{2m_1}} - \frac{\sqrt{2m_2}F_1}{\sqrt{2m_1}F_2} \left(\left(qF_2(a_2 + a_1) - \frac{E_a F_2}{F} \right)^{3/2} - (-E_0)^{3/2} \right) + (qF_2a_2)^{3/2} \right]^{2/3}. \quad (1)$$

$$E_n^{(n,w)} = \left[\frac{3\pi\hbar qF_1}{2\sqrt{2m_1}} - \frac{\sqrt{2m_2}F_1}{\sqrt{2m_1}F_2} \left(\left(q(F_2(a_2 - a_1) + 2F_1a_1) - \frac{E_a F_2}{F} \right)^{3/2} - (-E_0)^{3/2} \right) + (qF_2a_2)^{3/2} \right]^{2/3}. \quad (2)$$

The resulting equations (1) and (2) accord well with the classical equation for the spectrum of the energy values in TQWs.

$$E_n = \left[\frac{3\pi\hbar qF_1}{2\sqrt{2m_1}} - (qF_1a_1)^{3/2} + (qF_2a_2)^{3/2} \right]^{2/3} \rightarrow E = \left[\frac{3\pi\hbar qF_1}{2\sqrt{2m_1}} \right]^{2/3}. \quad (3)$$

Spectral analysis of the TQW with the staggered profile at equal effective masses in the QWs showed that a tilt change in the top and bottom quantum wells can both thicken and expand the density spectrum of energy levels and also change the positions of the first allowed energy values. The tilt of the top QW affects the position of the first electron state, while the tilt of the bottom QW determines the density spectrum.

Conclusion. The obtained results can be used in the development of quantum well topologies in LED sources of coherent and incoherent radiation, which are produced on the basis of $A^{III}N$ and have a strong field of spontaneous polarization.

Ministry of Education and Science of the Russian Federation supported this work in the project RFMEFI57717X0266.

REFERENCES

1. Martinez-Duart J.M. World of Materials and Technologies // Nanotechnologies for micro-and optoelectronics. – 2006. – 494 p.
2. Schubert F. LEDs. – M.: Fizmatlit. – 2008. – P. 295–412.

UDC 004.415.25

DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR THE MINER SEARCH SYSTEM USED IN EMERGENCY SITUATIONS IN MINE WORKINGS

*A.A. Zobnina, graduate student of TPU, Head of Mobile Application
Development Department LLC «Profsoyuz»
Kemerovo, aaz47@tpu.ru*

This article deals with the problem of effective search for miners caught in an accident and cut off from the outside world as a result of emergencies in mine workings. The author of the article proposes a version of the software, which, together with specialized hardware, carries out the search for miners who find themselves in a life-threatening situation in mine workings.

Keywords: search system, software, hazardous production, mine, emergency situations, rubble.

Currently, methods of finding people caught in an accident as a result of rock collapse, flooding, silting of mine workings are not effective enough. There are many cases when the search for miners under the rubble ended in vain – the search for people stopped, as the time for detection and rescue was hopelessly lost. The existing methods and equipment used for people detection provide rescue workers with an opportunity to make only a rough estimate of the location of people in the mine workings under the rubble. People detection is conducted manually by soldiers of the rescue

brigade, often at risk to their own life, and did not always result in timely detection and rescue of people [1].

Determining the distance to the person in the accident as accurately as possible will allow rescuers to pick up the tools necessary to analyze the blockage, and in accordance with the identified distance. Thus, the energy consumption by rescuers and the time spent on the road to the place of work will be reduced by transporting only the necessary tools, and, as a result, the time for dismantling the rubble and finding people will increase, which is critical for saving lives [2].

The main task for the author of this article was to develop software that would interact with special hardware of the miner search system in emergency situations in mine workings and would allow determining location of miners with an accuracy of ± 2 m.

Miner search system equipment. The complete people search system in mine workings consists of specially developed equipment of the Strata company: 1) modified search connecting module C (node C); 2) antenna; 3) connecting cable; 4) smartphone that was specifically developed to be used in mining conditions; 5) software.

The following elements are located in the case of node C: 1) Bluetooth module BLE 4.0 (Bluetooth Low Energy) HC-08; 2) COM port; 3) power supply (battery); 4) connection board, which serves as a bridge between the Bluetooth module, COM port and power supply.

Description of the miner search system. The following is a diagram of the search system for detecting miners in mine workings in emergency situations and its description [2].

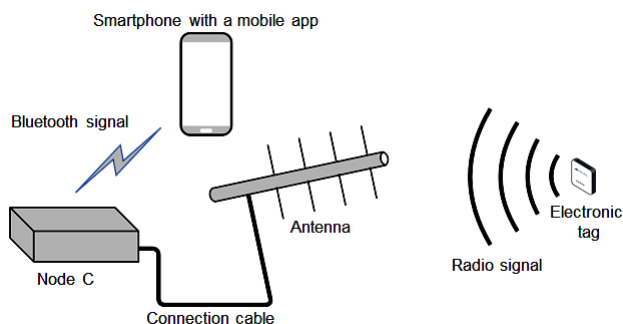


Fig. 1. Working principle of the miner search system

According to the requirements for the mandatory equipment for employees working in mining enterprises, each employee descending into the mine is provided with a signal transceiver built into an individual head bat-

tery lamp. The lamp is always with a person including emergency cases. Each lamp has an electronic tag that distributes radio signals.

Node C picks up signals from the tags located in the antenna field of view, which is connected to it with a cable. The COM port processes the received signals, determines the value of the signal strength and sends a data package containing service information and the required value of the received signal level. The software, connected via Bluetooth to node C, receives packets of information, processes it and displays important information on the user screen in the mobile application. For rescuers, information about the application operation mode, the miner ID and the distance to the search object is displayed.

Miner search system software. Considering the above mentioned, the author has developed software for smartphones with Android operating system. The mobile application processes the received signal level values and displays the total distance between the rescuer and the miner in an emergency.

To find miners, rescuers need to see the search object and the distance to this object in meters. The screen interface of the mobile application containing this information is the main one for the end user (Fig. 2).

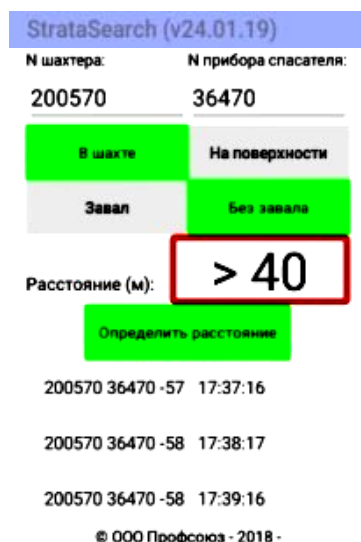
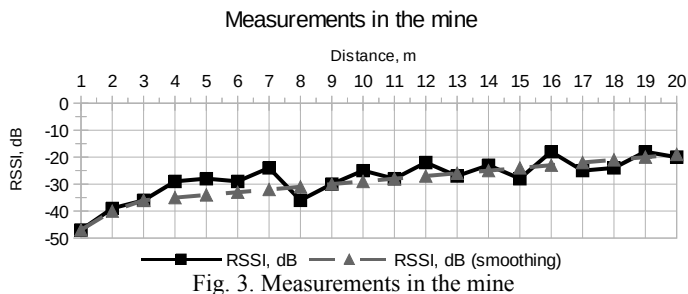


Fig. 2. Main screen interface of the miner search system

To determine the distance between the miner and the rescuer, the program uses the relationship between the value of the signal strength and the

actual distance between the devices obtained as a result of field tests. On the basis of the data obtained, the graphs of measurements in the mine and on the mountains were constructed and presented in the form of a gradually increasing function (Fig. 3).



Conclusion. Thus, the paper described a mobile application designed for rescuers to reduce the time spent on searching and rescuing miners in emergency situations. According to the performed tests, it was concluded that the system was adequate in determining the distance between the rescuer and the search object.

REFERENCES

1. Vaganov V.S. Multifunctional safety systems used in mining operations // Mining Industry. – 2014. – No. 3 (115). –25 p.
2. Zobnina A.A. Mobile app for searching miners trapped under rubbles in mines during emergencies: abstracts of the XIV International scientific-practical conference «Electronic means and control systems» in two parts. – Tomsk, B-Spectrum Publ., 2018. – Part 2. – P. 125–128.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 6

ЭКОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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

С.С. Акчина ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ЗАЖИГАНИИ ЛЕСНОГО ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА ЛУЧИСТЫМ ТЕПЛОВЫМ ПОТОКОМ В МНОГОЯРУСНОМ ЛЕСНОМ МАССИВЕ	11
Д.Е. Бектенов ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАВОДКОВОЙ ОБСТАНОВКИ НА РЕКЕ ИРТЫШ В БЕСКАРАГАЙСКОМ РАЙОНЕ ВОСТОЧНО- КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....	13
И.Ю. Буханцов ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	16
А.В. Бычков, В.Г. Мартынов ВОСПРИЯТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ СТУДЕНТАМИ ПЕРВОГО КУРСА УНИВЕРСИТЕТА	18
Л.Н. Горина, М.Д. Чивелёва МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ГОРОДА	21
А.Д. Данилов, А.П. Шкарупо ВЛИЯНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ТУБИФИЦИТ	24
К.Б. Казакова, А.С. Канисеев, В.Н. Телещенко УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА ПО СИСТЕМЕ 5S	26
В.Н. Телещенко, А.С. Канисеев, К.Б. Казакова ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ОЧАГАХ АВАРИЙНОСТИ	29
А.С. Канисеев, К.Б. Казакова, В.Н. Телещенко ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ОХРАНЕ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	31
Е.В. Киселёва МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЖАРНОГО РИСКА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ FENIX+2.....	33

Д.Е. Киндер, О.О. Кустов, А.Э. Мирзалиева ВЛИЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА КАЧЕСТВО ВОДЫ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ г. НОВОСИБИРСКА	35
А.О. Миллер ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК.....	37
К.А. Моисеенко ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН.....	39
Л.М. Моисеева ВЛИЯНИЕ СВИНЦА НА ТУБИФИЦИДОВ.....	41
А.А. Мороз ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ОСВЕЩЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ШПИНАТА	44
П.В. Тимошенко ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРА НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА БАЗИЛИКА	46
Е.С. Загородняя, В.С. Парамонов РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «РУСЛЕД»	49
Н.А. Пономаренко ЧИСЛЕННОСТЬ И ВИДОВОЙ СОСТАВ РАКОВИННЫХ АМЕБ В ПОЧВАХ ПОСЛЕ ПОЖАРА	52
Е.О. Раззамазов РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА	54
А.И. Самойленко ВЛИЯНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ.....	56
С.Н. Сапарбай МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АВТОТРАНСПОРТОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ГОРОДЕ	58
А.П. Шкарупо ПРЕСНОВОДНЫЕ РАКОВИННЫЕ АМЕБЫ РЕКИ АЛЧЕДАТ	60
Н.С. Симкина ТЕМПЕРАМЕНТ СТУДЕНТОВ КАК ФАКТОР ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ	64
Д.А. Старцева ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ.....	67
И.С. Мельников, А.П. Колодезникова, А.П. Семёнова, Е.А. Разинкова, Р.С. Зиновьева, А.В. Гоголева, Д.В. Тихонова, Е.И. Яковлева ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ИСКУССТВЕННОЙ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ	69

<i>А.А. Заздравных</i> ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА СООБЩЕСТВО ТУБИФИЦИДОВ	71
<i>Н.А. Жамхарян, Е.И. Стабровская</i> АНАЛИЗ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ	74

СЕКЦИЯ 8

POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS' RESEARCH IN ELECTRONICS AND CONTROL SYSTEMS

(секция на английском языке)

*Председатель – Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ, доцент, к.филос.н.;
зам. председателя – Шнит Е.И., Соболевская О.В.,
Таванова Э.Б., старшие преподаватели каф. ИЯ*

<i>K.N. Afonin</i> SIMULATION OF THERMAL CHARACTERISTICS OF THE LED LAMP WITH A B36 BULB.....	77
<i>A.D. Bezpalý</i> INVESTIGATION OF COMPLICATED OPTICAL ELEMENTS BASED ON CHANNEL WAVEDUIDES OPTICALLY INDUCED IN PHOTOREFRACTIVE LITHIUM NIOBATE FOR INTAGRATED PHOTONIC CIRCUITS	80
<i>A.V. Demakov</i> ANALYSIS OF THE COMPLEXITY OF THE ALGORITHM FOR CALCULATING THE ELECTROMAGNETIC FIELD DISTRIBUTION IN A REVERBERATION CHAMBER	82
<i>Yu.Z. Vassilyeva, R.D. Gerasimov</i> POWER SUPPLY SYSTEM OF PLASMA-CHEMICAL REACTOR.....	85
<i>K. Maslov</i> DEVELOPMENT OF A SOFTWARE SYSTEM FOR AUTOMATED MONITORING OF LAND-COVER CHANGE.....	88
<i>A.S. Molchanov, A.A. Chinyakov</i> COMMERCIALIZATION OF THE METHOD FOR DETERMINING THE ELEMENTAL COMPOSITION OF IMPURITIES ON THE SURFACE OF A SOLID BODY USING ELASTIC RECOIL DETECTION ANALYSIS	91
<i>D.I. Novokhrestova</i> OBJECTIVE AUTOMATED QUALITY ASSESSMENT OF SYLLABLE PRONUNCIATION DURING SPEECH REHABILITATION.....	93
<i>S.S. Samsonov</i> OPTIMIZATION OF FUZZY APPROXIMATOR PARAMETERS USING THE MONKEY ALGORITHM	96

<i>Natzina Juanita Francis</i>	
IDENTIFICATION OF THE SIMILARITIES IN CT DATA SETS TO DETECT PULMONARY FIBROSIS	99
<i>Nadine Suzanne Francis</i>	
LUNG FISSURE DETECTION AND SEGMENTATION TO IDENTIFY BRONCHOPULMONARY SEGMENTS	101
<i>O.F. Zadorozhny</i>	
TRIANGULAR QUANTUM WELL WITH STAGGERED PROFILE	104
<i>A.A. Zobnina</i>	
DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR THE MINER SEARCH SYSTEM USED IN EMERGENCY SITUATIONS IN MINE WORKINGS.....	06

Научное издание

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2019

Материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2019»

22–24 мая 2019 г., г. Томск

В 4 частях

Часть 4

Корректор – **В.Г. Лихачева**
Верстка **В.М. Бочкаревой**

Издательство «В-Спектр».
Сдано на верстку 20.04.2019. Подписано к печати 15.05.2019.
Формат 60×84¹/₁₆. Печать трафаретная. Печ. л. 7,125
Тираж 100 экз. Заказ 10.

Издано ТУСУР, г. Томск, пр. Ленина, 40, к. 205, т. 70-15-24
(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