



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](mailto:onir@main.tusur.ru)  
Телефон/Факс: (3822) 900-100 Сайт: <http://tusur.ru/>

Информационный центр абитуриента: [magistrant.tusur.ru](http://magistrant.tusur.ru)

## НАУЧНАЯ СЕССИЯ TUSUR-2022



**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ  
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
«НАУЧНАЯ СЕССИЯ TUSUR-2022»**

г. Томск, 18–20 мая 2022 г.  
(в трех частях)

**ЧАСТЬ 2**

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–2022**

**Материалы**  
Международной научно-технической конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
«Научная сессия ТУСУР–2022»

**18–20 мая 2022 г., г. Томск**

**В трех частях**

Часть 2

В-Спектр  
Томск, 2022

**УДК 621.37/.39+681.518 (063)**

**ББК 32.84я431+32.988я431**

**Н 34**

**Н 34 Научная сессия ТУСУР–2022:** материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 18–20 мая 2022 г.: в 3 частях. – Томск: В-Спектр, 2022. – Ч. 2. – 318 с.

ISBN 978-5-91191-475-2

ISBN 978-5-91191-476-9 (Ч. 1)

ISBN 978-5-91191-477-6 (Ч. 2)

ISBN 978-5-91191-478-3 (Ч. 3)

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, нанопотоники, 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 экономике и менеджменту, 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 978-5-91191-476-9**

**ISBN 978-5-91191-477-6 (Ч. 2)**

© Том. гос. ун-т систем управления  
и радиоэлектроники, 2022

**Международная  
научно-техническая конференция  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
«Научная сессия ТУСУР–2022»,  
18–20 мая 2022 г.**

**ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ**

- Рулевский В.М. – председатель программного комитета, ректор ТУСУРа, д.т.н.;
- Лошилов А.Г. – 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. TOP ТУСУРа;
- Беляев Б.А., зав. лаб. электродинамики и СВЧ-электроники Ин-та физики СО РАН, д.т.н., г. Красноярск;
- Ботаева Л.Б., руководитель направления по оказанию инжиниринговых услуг, АНО «Томский региональный инжиниринговый центр», к.т.н.;
- Васильковская Н.Б., доцент каф. экономики ТУСУРа, к.э.н.;
- Голиков А.М., доцент каф. РТС ТУСУРа, к.т.н.;
- Дмитриев В.М., проф. каф. КСУП ТУСУРа, д.т.н., проф.;
- Еханин С.Г., проф. каф. КУДР ТУСУРа, д.ф.-м.н.;
- Заболоцкий А.М., проф. каф. ТУ ТУСУРа, д.т.н.;
- Зайцева Е.В., доцент каф. информатики и компьютерных технологий Санкт-Петербургского горного университета, к.т.н., г. Санкт-Петербург;
- Зариковская Н.В., доцент каф. АОИ ТУСУРа, к.ф.-м.н.;
- Зейниденов А.К., PhD, декан физико-технического факультета НАО Карагандинского университета им. акад. Е.А. Букетова, проф., г. Караганда (Казахстан);
- Исакова А.И., доцент каф. АСУ ТУСУРа, к.т.н.;
- Карташев А.Г., проф. каф. РЭТЭМ ТУСУРа, д.б.н.;
- Катаев М.Ю., проф. каф. АСУ ТУСУРа, д.т.н.;
- Ким М.Ю., зав. каф. ИСР ТУСУРа, к.и.н.;
- Кобзев Г.А., проректор по международному сотрудничеству, к.т.н.;
- Костина М.А., доцент каф. УИ, к.т.н.;
- Коцубинский В.П., зам. зав. каф. КСУП ТУСУРа, доцент каф. КСУП, к.т.н.;
- Красинский С.Л., декан ЮФ ТУСУРа, к.и.н.;
- Карауш А.С., ген. директор Государственной публичной научно-технической библиотеки России (ГПНТБ России), к.т.н., г. Москва;
- Лукин В.П., зав. лаб. когерентной и адаптивной оптики ИОА СО РАН, почетный член Американского оптического общества, д.ф.-м.н., проф., г. Томск;

- Малюк А.А., проф. отделения интеллектуальных кибернетических систем офиса образовательных программ, Институт интеллектуальных кибернетических систем НИЯУ МИФИ, к.т.н., г. Москва;
- Малютин Н.Д., гл.н.с. НИИ систем электрической связи, проф. каф. КУДР ТУСУРа, д.т.н.;
- Мелихов С.В., проф. каф. РТС, д.т.н.;
- Мицель А.А., проф. каф. АСУ ТУСУРа, д.т.н.;
- Мозгунов А.В., начальник ОНиР ТУСУРа;
- Озеркин Д.В., декан РКФ ТУСУРа, к.т.н.;
- Оскирко В.О., н.с. лаборатории прикладной электроники ИСЭ СО РАН, технический директор ООО «Прикладная электроника», к.т.н.
- Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ ТУСУРа, к.филос.н.;
- Разинкин В.П., проф. каф. ТОР НГТУ, д.т.н., г. Новосибирск;
- Рогожников Е.В., зав. каф. ТОР ТУСУРа, к.т.н.;
- Ромакина О.М., доцент каф. информатики и компьютерных технологий Санкт-Петербургского горного университета, к.ф.-м.н., г. Санкт-Петербург;
- Ромашко Р.В., член-корреспондент РАН, директор ИАПУ 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. РСС ТУСУРа, д.т.н.;
- Сенченко П.В., проректор по учебной работе ТУСУРа, доцент каф. АОИ, к.т.н.;
- Соломин С.К., зав. каф. ГП ТУСУРа, д.ю.н.;
- Сулова Т.И., декан ГФ ТУСУРа, д.филос.н., проф.;
- Титов В.С., проф. каф. вычислительной техники Юго-Западного государственного университета, д.т.н., проф., заслуженный деятель наук РФ, академик Международной академии наук ВШ, г. Курск;
- Троян П.Е., зав. каф. ФЭ ТУСУРа, д.т.н., проф.;
- Туев В.И., зав. каф. РЭТЭМ ТУСУРа, д.т.н., проф.;
- Ходашинский И.А., проф. каф. КИБЭВС ТУСУРа, д.т.н.;
- Цветкова Н.А., доцент Высшей школы киберфизических систем и управления Института компьютерных наук и технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, к.т.н., г. Санкт-Петербург;
- Чжан Е.А., зам. директора Института космических и информационных технологий (ИКИТ) по научной работе, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», к.т.н.;
- Шарангович С.Н., проф., зав. каф. СВЧиКР ТУСУРа, к.ф.-м.н.;
- Шелупанов А.А., президент ТУСУРа, директор ИСИБ, д.т.н., проф.;
- Шостак А.С., проф. каф. КИПР ТУСУРа, д.т.н.;
- Шурыгин Ю.А., директор департамента управления и стратегического развития ТУСУРа, зав. каф. КСУП, д.т.н., проф.;
- Issakov V., professor at University Otto-von-Guericke Magdeburg, Germany;
- Caratelli D., PhD, professor of the Department of Electrical Engineering (Eindhoven University of Technology), technical director of the company «The Antenna Company Nederland B.V.»;
- Krozer V., professor at Goethe University, Frankfurt am Main.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

- Лошилов А.Г. – председатель организационного комитета, проректор по научной работе и инновациям ТУСУРа, зав. каф. КУДР, к.т.н.;
- Медовник А.В. – заместитель председателя организационного комитета, начальник научного управления, к.т.н.;
- Байгулова Т.А., председатель студенческого научного сообщества «Система», студентка каф. УИ;
- Боберь Ю.Н., специалист по учебно-методической работе ОАиД;
- Климов А.С., председатель Совета молодых ученых, ст. научный сотрудник лаборатории плазменной электроники каф. физики, д.т.н.;
- Коротина Т.Ю., заведующая аспирантурой, ОАиД, к.т.н.;
- Михальченко Т.С., техник ОНиР;
- Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ, к.филос.н.;
- Юрченкова Е.А., вед. инженер ОАиД, к.х.н.

## СЕКЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ

### **Секция 1. Радиотехника и связь**

*Подсекция 1.1. Радиотехнические системы и распространение радиоволн.* Председатель секции – Мелихов Сергей Всеволодович, проф. каф. РТС, д.т.н.; зам. председателя – Аникин Алексей Сергеевич, 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, к.т.н.

*Подсекция 1.3. Радиотехника.* Председатель секции – Семенов Эдуард Валерьевич, проф. каф. РСС, д.т.н.; зам. председателя – Артищев Сергей Александрович, доцент каф. КУДР, к.т.н.

*Подсекция 1.4. Видеоинформационные технологии.* Председатель секции – Курячий Михаил Иванович, доцент каф. ТУ, к.т.н.; зам. председателя – Каменский Андрей Викторович, доцент каф. ТУ, к.т.н.

*Подсекция 1.5. Инфокоммуникационные технологии и системы широкополосного беспроводного доступа.* Председатель секции – Рогожников Евгений Васильевич, зав. каф. ТОР, к.т.н.

*Подсекция 1.6. Робототехника.* Председатель секции – Коцубинский Владислав Петрович, доцент каф. КСУП, к.т.н.

*Подсекция 1.7. 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, декан ФВС, доцент каф. КСУП, к.т.н.

## **Секция 2. Электроника и приборостроение**

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

*Подсекция 2.2. Разработка контрольно-измерительной аппаратуры.* Председатель секции – Лошилов Антон Геннадьевич, проректор по научной работе и инновациям ТУСУРа, зав. каф. КУДР, к.т.н.; зам. председателя – Бомбизов Александр Александрович, начальник СКБ «Смена», к.т.н.

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

*Подсекция 2.4. Промышленная электроника.* Председатель секции – Семёнов Валерий Дмитриевич, проф. каф. ПрЭ, к.т.н.; зам. председателя – Мехальченко Сергей Геннадьевич, зав. каф. ПрЭ, д.т.н.; Оскирко Владимир Олегович, н.с. лаборатории прикладной электроники ИСЭ СО РАН, технический директор ООО «Прикладная электроника», к.т.н.

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

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

*Подсекция 2.7. Светодиоды и светотехнические устройства.* Председатель секции – Туев Василий Иванович, зав. каф. РЭТЭМ, д.т.н.; зам. председателя – Солдаткин Василий Сергеевич, доцент. каф. РЭТЭМ, к.т.н.

## **Секция 3. Информационные технологии и системы**

*Подсекция 3.1. Интегрированные информационно-управляющие системы.* Председатель секции – Катаев Михаил Юрьевич, проф. каф. АСУ, д.т.н.; зам. председателя – Суханов Александр Яковлевич, доцент каф. АСУ, к.т.н.

*Подсекция 3.2. Распределённые информационные технологии и системы.* Председатель секции – Сенченко Павел Васильевич, проректор по учебной работе ТУСУРа, доцент каф. АОИ, к.т.н.; зам. председателя – Сидоров Анатолий Анатольевич, зав. каф. АОИ, к.т.н.

*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.; зам. председателя – Сарин Константин Сергеевич, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

*Подсекция 3.5. Современные библиотечные технологии.*

Председатель секции – Абдрахманова Марина Викторовна, директор библиотеки ТУСУРа; зам. председателя – Карауш Александр Сергеевич, генеральный директор ГПНТБ России, г. Москва, к.т.н.

*Подсекция 3.6. Молодежные инновационные научные и научно-технические проекты.*

Председатель секции – Костина Мария Алексеевна, доцент каф. УИ, к.т.н.; зам. председателя – Нариманова Гуфана Нурлабековна, зав. каф. УИ, к.ф.-м.н.

*Подсекция 3.7. Разработка программного обеспечения.*

Председатель секции – Зариковская Наталья Вячеславовна, доцент каф. АОИ, ген. директор ООО «АльдераСофт», к.ф.-м.н.; зам. председателя – Колотаев Илья Владимирович, старший разработчик ООО «Синкретис».

*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, президент ТУСУРа, директор ИСИБ, д.т.н., проф.; зам. председателя – Новохрестов Алексей Константинович, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

*Подсекция 4.2. Цифровые системы радиосвязи и средства их защиты.*

Председатель секции – Голиков Александр Михайлович, доцент каф. РТС, к.т.н.; зам. председателя – Громов Вячеслав Александрович, доцент каф. РТС, к.т.н.

*Подсекция 4.3. Экономическая безопасность.*

Председатель секции – Кузьмина Елена Александровна, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.; зам. председателя – Колтайс Андрей Станиславович, 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 – Цибульникова 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. каф. менеджмента, д.э.н., проф.; 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 – Орлова Вера Вениаминовна, и.о. зав. каф. ФиС, директор НОЦ «СГТ», д.соц.н.; зам. председателя – Корнющенко-Ермолаева Наталия Сергеевна, ст. преподаватель каф. ФиС.

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

*Подсекция 5.7. Актуальные проблемы российского частного права.* Председатель секции – Соломин Сергей Константинович, зав. каф. ГП, д.ю.н., доцент; зам. председателя – Чурилов Алексей Юрьевич, доцент каф. ГП, к.ю.н.

*Подсекция 5.8. Современные тенденции развития российского права.* Председатель секции – Демидов Николай Вольтович, доцент каф. ТП, к.ю.н.; зам. председателя – Мельникова Валентина Григорьевна, зав. каф. ИП, к.ю.н.

## **Секция 6. Экология и мониторинг окружающей среды. Безопасность жизнедеятельности.** Председатель секции – Карташев Александр Георгиевич, проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н.; зам. предсе-

дателя – 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 – Михальченко Татьяна Сергеевна, техник 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, к.филос.н.; зам. председателя – Шпит Елена Ирismetовна, 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**

**1-я часть** – 1-я секция (подсекции 1.1–1.6); 2-я секция (подсекции 2.1–2.7).

**2-я часть** – 3-я секция (подсекции 3.1–3.8); 6-я секция; 8-я секция.

**3-я часть** – 4-я секция (подсекции 4.1–4.3); 5-я секция (подсекции 5.1–5.8).

7-я секция издана отдельным сборником.

## *Спонсор конференции – АО «НПФ «Микран»*



АО «НПФ «Микран»  
634041 г. Томск,  
проспект Кирова, д. 51д

382-2 90 00 29 Т.  
382-2 42 36 15 Ф.  
www.micran.ru

---

АО «НПФ «Микран» – ведущий производитель радиоэлектроники России, успешно конкурирующий с зарубежными компаниями. В 1991 г. Виктор Яковлевич Гюнтер с командой из семи человек создал предприятие на базе научной лаборатории Томского института автоматизированных систем управления и радиоэлектроники (сейчас ТУСУР).

Основные направления деятельности сегодня – производство телекоммуникационного оборудования, контрольно-измерительной аппаратуры и аксессуаров СВЧ-тракта, сверхвысокочастотной электроники и модулей, радаров для навигации и обеспечения безопасности, мобильные комплексы связи, комплексные решения в области связи и автоматизации.

Множество наших разработок являются уникальными: начиная от электронной компонентной базы СВЧ и заканчивая серийными изделиями и комплексными решениями. «Микран» активно внедряет инновационные разработки, контролирует процесс создания технологии и отслеживает качество выпускаемой продукции.

В 2020 г. под эгидой Минпромторга «Микран» был включен в перечень системообразующих организаций Российской Федерации в числе предприятий радиоэлектронной отрасли.

Практически с самого начала своей деятельности, «Микран» активно взаимодействует с томскими университетами. В 2012 г. была учреждена стипендия имени основателя «Микрана» Виктора Яковлевича Гюнтера. На стипендию могут претендовать студенты технических направлений ТУСУРа, ТПУ и ТГУ, которые имеют достижения в учебной, научной, спортивной и общественной деятельности.

Кроме того, с 2019 г. в компании успешно реализуется проект стажировки для студентов и молодых специалистов технических специальностей MICRANstart. Участники стажировки получают возможность работать над реальными проектами компании под руководством опытных наставников, а лучших из них «Микран» приглашает стать частью своей дружной команды.

## Спонсор конференции – АО «ПКК Миландр»



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

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

---

АО «ПКК Миландр» (г. Зеленоград) является одним из ведущих предприятий радиоэлектронного комплекса России. Основная специализация компании – реализация проектов в области разработки и производства изделий микроэлектроники (микроконтроллеры, микропроцессоры, микросхемы памяти, микросхемы приемопередатчиков, микросхемы преобразователей напряжения, радиочастотные схемы), универсальных электронных модулей и приборов промышленного и коммерческого назначения, разработки программного обеспечения для современных информационных систем и изделий микроэлектроники.

Отличительная особенность предприятия – это обеспечение создания интегральных микросхем и электронных модулей от процессов проектирования и производства инновационных продуктов, востребованных рынком, до постоянного технического сопровождения всех реализованных проектов.

Основными потребителями изделий под маркой «Миландр» являются российские приборостроительные предприятия – изготовители аппаратуры связи, радиотехнических систем, бортовых вычислителей и систем телеметрии.

«Миландр» имеет свои представительства в городах: **Москва, Воронеж, Санкт-Петербург.**

Офисные и производственные помещения, занимаемые компанией, составляют свыше **22 000 м<sup>2</sup>**, включая **1 260 м<sup>2</sup>** чистых производственных помещений.

В коллективе компании работают 650 высококвалифицированных специалистов, включая 22 кандидата наук и двух докторов наук.

Система менеджмента качества предприятия соответствует требованиям ГОСТ ISO 9001–2011 и распространяется на разработку и производство интегральных микросхем, пьезоэлектрических приборов и электромеханических фильтров, металлокерамических корпусов интегральных микросхем, многокристальных модулей и микросборок, источников вторичного электропитания и радиоэлектронной аппаратуры.

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

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

Суммарно компанией передано на безвозмездной основе 20 различных отладочных комплектов. Оборудование используется на трех кафедрах:

- компьютерные системы в управлении и проектировании (КСУП);
- телекоммуникации и основы радиотехники (ТОР);
- комплексная информационная безопасность электронно-вычислительных систем (КИБЭВС).

Начиная с 2014 г. компания является партнёром по развитию ТУСУРа и выступает ежегодным генеральным спонсором научно-практических конференций для студентов, аспирантов и молодых ученых: Международной научно-практической конференции «Элек-

тронные средства и системы управления» и «Научная сессия ТУСУР». В ходе работы секций регулярно представлены результаты исследований по ряду фундаментальных проблем, а также результаты проектов, выполняемых по грантам, федеральной целевой программе «Исследования и разработки» и в рамках Постановления Правительства РФ № 218.

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

Компания 50ohm Technologies разрабатывает программное обеспечение для автоматизации измерений, построения моделей компонентов и проектирования ВЧ- и СВЧ-радиоэлектронных устройств.

50ohm Technologies предлагает решения задач автоматизации рабочих процессов с учётом индивидуальных особенностей предприятия. Миссия компании – разрабатывать удобные, умные, интеллектуальные инструменты, которые помогают инженерам в области СВЧ-электроники быстро решать возникающие задачи.

Компания разрабатывает программные решения по направлениям:

- автоматизация измерений устройств электроники и радиоэлектроники;
- базы данных результатов измерений и их автоматическая обработка;
- автоматизация проектирования СВЧ-устройств;
- построение моделей электронных компонентов;
- подготовка научно-технической документации.

Компания обладает компетенциями в использовании методов искусственного интеллекта и экспертных систем. Внедрение данных технологий на предприятие позволяет перейти на качественно новый уровень и автоматизировать наиболее рутинные этапы бизнес-процессов.

50ohm Technologies предлагает услуги по разработке систем автоматизации измерений, реализуемых на основе оборудования заказчика. Использование готовых сценариев измерений конкретных компонентов и устройств в значительной степени сократит время тестирования и повысит эффективность измерений. 50ohm Technologies производит разработку решений автоматизированной генерации технической документации по типовым шаблонам – от оформления графиков до формирования готовых документов.

Компания обладает значительным опытом построения моделей пассивных и активных СВЧ-компонентов. Создание программного обеспечения на основе общепринятых и авторских методик в значительной степени упрощает и автоматизирует процесс построения мо-

делей, уменьшая временные и финансовые затраты предприятия на данном этапе.

Наиболее сложным этапом в процессе проектирования СВЧ-устройства является получение схемотехнического и топологического решений. За годы научной работы коллектив получил успешный опыт разработки и использования программных модулей САПР, основанных на методах искусственного интеллекта. Такие программы позволяют получить целый набор решений, из которых разработчик может выбрать наиболее подходящее для дальнейшей реализации. Также компания занимается автоматизацией проектных операций в популярных коммерческих САПР СВЧ-устройств и интеграцией между ними.

*Директор ООО «50ом Технолоджиз»  
Калентьев Алексей Анатольевич*



***СЕКЦИЯ 3***

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И СИСТЕМЫ**

(стр. 19 – 248)

***СЕКЦИЯ 6***

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

(стр. 249 – 304)

***СЕКЦИЯ 8***

**POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS'  
RESEARCH IN ELECTRONICS  
AND CONTROL SYSTEMS**

(Секция на английском языке)

(стр. 305 – 309)



## **СЕКЦИЯ 3**

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ**

## **ПОДСЕКЦИЯ 3.1**

### **ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

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

УДК 62-523.2

#### **ДЖОЙСТИК ДЛЯ ИГРЫ В ANGRY BIRDS** **Ю.М. Козлова, К.С. Балахнина, А.В. Воробьев,** **О.А. Гороховский, студенты** *г. Томск, НИ ТПУ*

Представлен результат разработки устройства для управления курсором в компьютерной игре в Angry Birds. Пользователь осуществляет управление при помощи гибкого датчика и потенциометра, их данные передаются на компьютер при помощи платы Arduino Micro. Проведено исследование гибкого датчика для составления рекомендаций по использованию устройства.

**Ключевые слова:** джойстик, микроконтроллер, гибкий датчик, потенциометр.

На сегодняшний момент создано столько компьютерных игр, что любой человек может выбрать понравившуюся. Сейчас передовые игровые консоли предлагают игры виртуальной реальности, и это значительно улучшает эффект присутствия в игре по сравнению с управлением игрой с помощью обычной клавиатуры или мыши. И эти новые технологии часто позволяют вдохнуть вторую жизнь в старые игры. В проекте был создан джойстик для игры в Angry Birds, чтобы игра стала интереснее, и можно было поностальгировать, играя в эту старую игру по-новому.

Проект был разработан и создан на базе Arduino Micro: выбор этой платы объясняется ее характеристиками: компактностью, достаточным объемом флэш-памяти, необходимым количеством цифровых входов/выходов для подключения.

Устройство состоит из гибкого датчика FLEX-03 2.2 и стационарного однооборотного потенциометра, с помощью которых осуществляется управление курсором мыши, схема устройства представлена на рис. 1. Управление курсором также осуществляется с помощью программ в средах Arduino и Processing IDE.

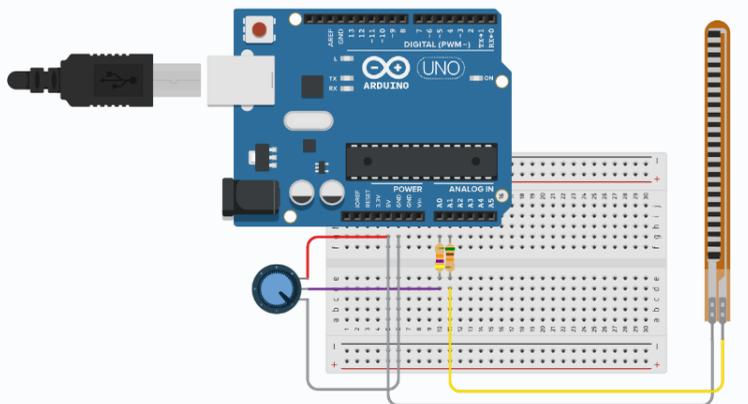


Рис. 1. Схема устройства

Платой Arduino осуществляется считывание информации с потенциометра и гибкого датчика, которая передается на компьютер через USB COM порт при помощи стандартной функции Serial.write(). Далее эти данные считываются с помощью программной среды Processing и производится управление курсором мыши с помощью класса Robot в Java, который поддерживается средой разработки Processing IDE. Была написана программа в Processing IDE, которая при изгибании гибкого датчика делает клик левой кнопкой мыши и курсор мыши перемещается в направлении  $X$  в зависимости от изгиба гибкого датчика. Затем на основе данных с потенциометра производится перемещение курсора мыши в направлении  $Y$ , и, таким образом, устанавливается направление, в котором будет запускаться птица. При возвращении гибкого датчика в исходное положение осуществляется запуск птицы, и, соответственно, главная цель данного проекта выполнена – с помощью устройства можно играть в компьютерную игру Angry Birds, устройство при этом является джойстиком.

Проведено тестирование устройства, подтвердившее его работоспособность, и исследование по определению допустимых изгибов гибкого датчика, даны рекомендации его использования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino // Радиотехника и электроника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 401 с.
2. Контроллер для игры Angry Birds на основе Arduino, гибкого датчика и потенциометра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://microkontroller.ru/arduino-projects/kontroller-dlya-igry-angry-bird-na-osnove-arduino-gibkogo-datchika-i-potencziometra>, свободный.

УДК 004.021

### АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОГНОЗНЫМИ МОДЕЛЯМИ «УМНОГО» ПРОИЗВОДСТВА

*А.С. Гончаров, аспирант ОИТ ИШИТР*

*Научный руководитель А.О. Савельев, доцент ОИТ ИШИТР, к.т.н.  
г. Томск, НИ ТПУ, asg19@tpu.ru*

Развитие систем мониторинга и анализа данных в современных роботизированных производствах способствует повышению эффективности принятия решений по управлению ресурсами и производственными процессами. В статье представлена архитектура программного обеспечения управления моделями машинного обучения для прогнозирования работоспособности промышленных роботов.

**Ключевые слова:** анализ данных, машинное обучение, интеллектуализация процессов.

С развитием методов интеллектуального анализа и дата-майнинга появляется больше технологических решений для создания «умной фабрики» или «умного» производства [1, 2]. В такого рода системах архитектура сбора и анализа больших данных подразделяется на 4 основные составляющие:

1. Накопление данных – управление историческими данными о производственных бизнес-процессах, поступающих из разных источников (систем мониторинга, ERP, CRM, HRMS и др.).
2. Хранение данных – подготовка и обработка данных в «удобном» для анализа виде (ETL, DWH и др.).

3. Анализ данных – фрагментирование логических моделей данных посредством витрин (подмножество хранилища данных) и управление соответствующими аналитическими моделями.

4. Поддержка принятия решений – система обратной связи с реализацией стратегий по управлению бизнес-процессами предприятия на основе аналитических моделей.

Реализация такого рода систем позволяет перейти к стратегии управления на основе данных, применительно к прогнозированию технического обслуживания основных средств [3, 4].

В рамках настоящей работы разработана архитектура программного обеспечения для анализа исторических данных о работе промышленных манипуляторов с целью прогнозирования работоспособности и отказов на ранней стадии (рис. 1).

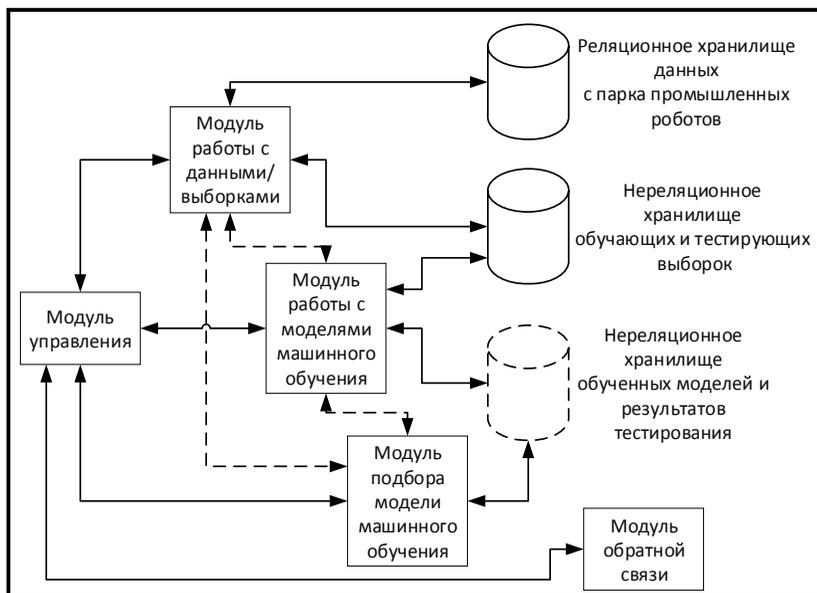


Рис. 1. Архитектура управления прогнозными моделями

Модуль управления представляет собой веб-интерфейс (на основе Django-framework), реализующий варианты использования связанных модулей.

– Модуль работы с данными – получение массива данных из реляционного хранилища. Содержащиеся в хранилище данные описывают конкретную информацию о функционировании промышленного робота (рабочая программа, время работы, позиционирование, физи-

ческие характеристики). Получаемые данные формируются в выборки (обучающие и тестовые) и хранятся в нереляционном хранилище.

– Модуль подбора моделей – дифференцирование моделей машинного обучения по методу (классификация, регрессия), конфигурирование гиперпараметров модели, оценка модели на тестовых выборках.

– Модуль работы с моделями – управление моделями машинного обучения (создание, обучение, тестирование и сохранение). Обученные модели хранятся в нереляционном хранилище.

– Модуль обратной связи – отображение метрик и визуализация результатов тестирования модели.

Тестирование программного обеспечения было проведено на следующих данных о рабочем процессе роботов:

– KUKA 40 PA (5 176 строк). Задача: классификация нагрузки палетокладчика. Лучший результат: точность модели 92%, метод SVM, библиотека sklearn.

– KUKA KR 6 (31 387 строк). Задача: прогнозирование температуры привода. Лучший результат: коэффициент детерминации (R2) 0.88, метод AdaBoost, библиотека sklearn.

В последующей работе планируется добавление функции автоматического машинного обучения (AutoML).

Исследование выполнено при финансовой поддержке ГЗ «Наука» в рамках проекта FSWW-2020-0014.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Hsuen-Feng Chang, Chia-Pao Chang, Wen-Tsann Lin and You Goung Li. A study of application of assessment modes in development of smart automatic production systems in Industry 4.0 // 2016 International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications (iFuzzy). – 2016. – P. 1–8. DOI: 10.1109/iFUZZY.2016.8004967.

2. Chen B., Wan J., Shu L., Li P., Mukherjee M., Yin B. Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, and Challenges // IEEE Access. – 2018. – Vol. 6. – P. 6505–6519. DOI: 10.1109/ACCESS.2017.2783682.

3. Zhang L., Zhang J. A Data-Driven Maintenance Framework Under Imperfect Inspections for Deteriorating Systems Using Multitask Learning-Based Status Prognostics // IEEE Access. – 2021. – Vol. 9. – P. 3616–3629. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3047928.

4. Yan J., Meng Y., Lu L., Guo C. Big-data-driven based intelligent prognostics scheme in industry 4.0 environment // Prognostics and System Health Management Conference (PHM–Harbin). – 2017. – P. 1–5. DOI: 10.1109/PHM.2017.8079310.

## СТРУКТУРА И ПРОТОТИП ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯПОНСКОГО ЯЗЫКА

*В.К. Шабалин, Д.А. Чебыкин, Д.Д. Пимонов, И.В. Климов,  
С.А. Краснов, студенты каф. АСУ*

*Научный руководитель М.Ю. Катаев, проф. каф. АСУ ТУСУРа, д.т.н.  
Проект ГПО АСУ-2103. Веб-приложение для изучения японского языка  
г. Томск, ТУСУР, pimonov.daniil@bk.ru*

Рассматривается разработка мобильного и веб-приложения для изучения японского языка. На данном этапе было проведено проектирование и создание прототипа будущего приложения.

**Ключевые слова:** японский язык, веб-приложение, JavaScript, Golang, JSON, MySQL, веб-сокеты.

Одной из актуальных проблем является сложность изучения иностранного языка, ведь в наше время знание иностранного языка является преимуществом в различных сферах жизни (понимание песен, личного общения, новостей, учебных программ и т.д.). Широкое распространение смартфонов и возможности пребывать в сети Интернет продолжительное время приводит к разнообразию программных приложений, связанных с изучением различных иностранных языков. Ниже мы представим краткую информацию о приложениях для изучения японского языка. На ресурсе Google Play [<https://play.google.com>] можно найти достаточно Android-приложений для изучения японского языка, например, Obenkyo, Japanese, для Apple приложений известна программа Imiwa [<http://www.imiwaapp.com/>]. Достаточно подробный список можно найти на сайте [<https://lplib.ru/bestjapanese35>].

Огромное многообразие информационных ресурсов не позволяет комплексно изучить язык, ведь предоставляемая ими информация разрозненна и отсутствует четкий план изучения языка, вследствие чего возникает потребность в системе, которая бы решала данную проблему на основе лучших функций аналогов. В качестве иностранного языка системы был выбран японский язык, так как данный язык недостаточно широко представлен в отечественных аналогах [1].

На предыдущем этапе работы был проведён конкурентный анализ и начальное проектирование веб-приложения [2].

Схема работы приложений показана на рис. 1: клиентская часть веб-приложения и мобильное приложение обмениваются текстовыми, графическими и звуковыми данными с сервером.

Данные представляют собой наборы текстового материала для изучения и тесты, графический материал (изображения, видео) и звуковые материалы для понимания правильного произношения.

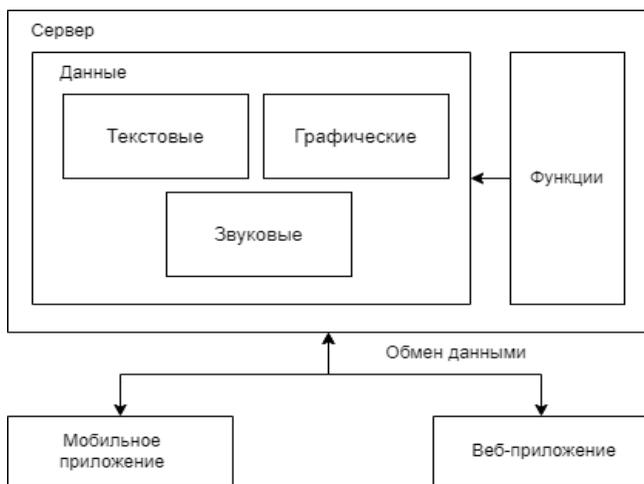


Рис. 1. Структура разрабатываемой системы

Одними из ключевых элементов системы являются словари: системный, единый для всех пользователей и неизменяемый для них, и пользовательские словари, которые создаются пользователями, могут быть изменены создателем и использованы везде, где используются словари. Системой предусмотрен как минимум один пользовательский словарь, который не может быть удалён.

Также в системе предусмотрен учебник, куда вносятся все изученные пользователем правила курса. Предусмотрена возможность экспортировать учебник с правилами в формате .PDF.

В нашем веб-приложении у пользователя есть возможность прохождения сгенерированных системой наборов мини-игр и заданий для закрепления пройденного материала, где система сама определяет уровень знаний и пройденный материал пользователя.

Языковые курсы системы представляют собой наборы модулей по различным темам, каждый из которых содержит теоретические (правила и т.п.) и практические (упражнения) элементы. Помимо предусмотренных системой («системных») курсов, пользователи имеют возможность создавать собственные («пользовательские») курсы, например для более глубокого изучения отдельных тем.

Курсы создаются с помощью конструктора курсов, который облегчает задачу при создании не только пользовательских, но и системных курсов.

Преподавателем в системе является расширенная версия пользователя, который имеет право создавать виртуальные классы. Внутри

класса преподаватель может взаимодействовать с участниками: добавлять, удалять, отслеживать прогресс.

Разработка клиентской части веб-приложения будет вестись при помощи HTML, SCSS (CSS), JavaScript, Angular 13, Angular Material, RXJS, MomentJS, TypeScript. Мобильная версия разрабатывается с помощью фреймворка React Native.

Реализация серверной части будет производиться при помощи Golang, а в качестве базы данных нами был выбран MySQL. Данные между клиентом и сервером будут передаваться в формате JSON при помощи асинхронных запросов и веб-сокетов [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Семь лучших приложений для изучения иностранных языков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.klerk.ru/boss/articles/394728/>, свободный (дата обращения: 22.02.2022).

2. Шабалин В.К. Веб-приложение для изучения японского языка / В.К. Шабалин, Д.А. Чебыкин, Д.Д. Пимонов, И.В. Климов, С.А. Краснов // Научная сессия ТУСУР–2021: матер. междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 19–21 мая 2021 г.: в 3 частях. – Томск: В-Спектр, 2021. – Ч. 2. – С. 172–174.

3. Клиент-серверная архитектура [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Server-side/First\\_steps/Client-Server\\_overview](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Server-side/First_steps/Client-Server_overview), свободный (дата обращения: 23.02.2022).

УДК 004.4

### ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ WEB-СЕРВИСА ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКОГО МОНИТРИНГА ЗЕМЛИ ТУСУРА

*С.А. Кондратьев, А.К. Еришова, студенты каф. АСУ*

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

*г. Томск, ТУСУР, kty@asu.tusur.ru*

Представлен обзор основных подходов к разработке web-сервисов в рамках образовательных проектов и проектов, требующих предоставления спутниковых данных. Выявлена актуальность работы над web-сервисом со спутниковыми данными. Проведены анализ и сравнение существующих принципов разработки web-сервисов.

**Ключевые слова:** центр космического мониторинга, web-ресурс, технология создания web-сервисов.

Интернет становится двигателем развития различных сфер деятельности человека, на что указывает систематическое увеличение количества web-ресурсов. Информация становится таким же продук-

том, как и производственные продукты. Актуальность интернет-ресурсов возрастает прямо пропорционально желанию быстро узнать о процессах, происходящих не только у коллеги в университете, посетить курсы обучения, но о происходящем на планете.

Одним из важнейших инструментов по реализации цифровизации является спутниковая информация, которая является регулярно поставляемой, точной и объективной. В ТУСУРе есть центр космического мониторинга Земли (ЦКМЗ) [1], деятельность которого направлена на получение, обработку и применение спутниковой информации в разных научных и практических направлениях (сельское и лесное хозяйства, МЧС и др.). Наличие понятного и доступного сайта у каждой организации, связывающей свою работу с космическим мониторингом, считается нормой. Однако у ЦКМЗ нет своего интернет-ресурса, чтобы показать желающим нужную информацию и чтобы они ей воспользовались.

Веб-ресурсы имеются в крупных компаниях, занимающихся космическими данными, это Роскосмос, Совзонд, СканЕкс и др. Однако, в этих организациях ведется регулярная работа с космическими данными. В отличие от этих центров, ЦКМЗ ТУСУРа является более подходящей площадкой для обучения, подготовки специалистов в области дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В этом плане возникает и специфика представления информации о применении многообразной космической информации на веб-ресурсе.

Прежде чем разрабатывать веб-ресурс, требуются знания в различных сферах программирования и технологий разработки программного обеспечения (ПО). Одним из вариантов решения задачи построения структуры веб-ресурса является классическая технология MVC, которая делит структуру ПО на три разных уровня: Model, View и Controller [2].

**MVC (Model View Controller).** Надо делить все виды работ по разработке веб-ресурса на две части, одна из которых связана с интерфейсом (для пользователя), а другая с сервером (администратор или автоматизация). Кроме того, веб ресурс должен иметь возможность работать с данными, не только хранящимися на сервере, но и на удаленном источнике данных. Также стоит отметить, что бизнес-логика / модель содержит не только методы, которые представляют ядро домена приложения (т.е. реализацию бизнес-логики), но и сущности, которые описывают домен (например, объекты значений вашего приложения). Этот слой называется Model.

Model являет собой данные (чаще всего из базы данных) приложения с логикой их получения и сохранения. Данные могут сразу вы-

водиться на экран либо адаптироваться [3]. View представляет собой визуальный интерфейс: отрисовка кнопок, надписей, полей ввода и других элементов форм. Следит за Model и отображает данные из неё.

**MVP (Model View Presenter).** В этом шаблоне посредник называется «Presenter» и имеет два варианта: пассивный View и контролирующий Controller. Первый – это тот же iOS MVC, второй очень похож на оригинальный MVC, но с привязкой данных между Model и View [4]. Presenter в данном случае отделяет View от Controller, что позволяет реализовать сменные View и независимо их тестировать. Presenter отвечает за синхронную работу Model и View.

**MVVM (Model View ViewModel).** Посредник в MVVM – это презентатор со встроенной привязкой данных между View и ViewModel. В этом смысле ViewModel является абстракцией представления, поскольку у него есть свойства и команды представления вместо того, чтобы иметь ссылку на представление (как в случае MVP-Passive view). Ключевое отличие этой технологии от других – наличие связывания данных (databinding). В этом шаблоне нет прямого общения между ViewModel и View, оно происходит посредством команд (binding), состоящих из свойств и методов. Так можно связать любые View и ViewModel, главное, чтобы имелись нужные свойства. Binding позволяет также связывать с View не только данные, но и действия.

В рамках дисциплины «Учебно-проектная деятельность» выполняется проект «Web-портал центра космического мониторинга ТУСУРа», который предоставит всем желающим возможность получать данные с космического спутника в отдельном веб-сервисе. Ресурс должен содержать спутниковые многоспектральные изображения и гиперспектральные сигналы, предоставлять пользователю возможность кратко ознакомиться с понятием ДЗЗ и потом пройти уже расширенные курсы подготовки. На веб-ресурсе будет возможность выполнять обработку спутниковых данных с помощью программ, которые разрабатываются в ТУСУРа. На веб-ресурсе должна быть представлена информация о космических «делах» разных команд ТУСУРа, статьи [5–7], доклады, презентации.

Представленный выше набор функций является многообразным и сложным для создания и объемным по хранимой информации. Поэтому данный обзор позволил выявить разные стороны технологий, и был выбран подход MVVM.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Центр космического мониторинга Земли ТУСУРа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tusur.ru/ru/o-tusure/struktura-i-organy-uprav->

leniya/departament-nauki-i-innovatsiy/nauchnoe-upravlenie/ckmz (дата обращения: 08.03.2022).

2. Различия между MVVM и остальными MV\*-паттернами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/mobileup/blog/313538/> (дата обращения: 03.03.2022).

3. MV\*-паттерны в разработке веб-приложения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://simpleone.ru/blog/mv-patterny-v-razrabotke-veb-prilozheniya/> (дата обращения: 03.03.2022).

4. MVC, MVVM, MV\*, MV...What? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uniandes-se4ma.gitlab.io/books/chapter8/mvc-mvvm-mv-mvwhat.html> (дата обращения: 03.03.2022).

5. Катаев М.Ю. Возможности космического мониторинга для целей сельского хозяйства Томской области / М.Ю. Катаев, А.А. Скугарев, И.Б. Сорокин // Доклады ТУСУР. – 2017. – Т. 20, № 3. – С. 186–190.

6. Катаев М.Ю. Интеллектуальный ситуационный центр, основанный на комплексировании космических и наземных данных / М.Ю. Катаев, А.А. Скугарев // Доклады ТУСУР. – 2016. – Т. 19, № 3. – С. 61–64.

7. Катаев М.Ю. Интернет-информационная система накопления, обработки и анализа спутниковых данных MODIS / М.Ю. Катаев, А.А. Бекеров, А.К. Лукьянов // Доклады ТУСУР. – 2015. – № 1(35). – С. 93–99.

УДК 004.932

## **РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ ЗАХВАТА ДВИЖЕНИЯ**

*А.С. Новикова, С.А. Хоменкова, А.Д. Ковейлер, студенты каф. АСУ*

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

*Проект ГПО АСУ-2104. 3D-движение человека*

*г. Томск, ТУСУР, novikova.a.449-1@e.tusur.ru*

Проект предполагает разработку нейросети для захвата движения с получением на выходе карты ключевых точек с их положением в пространстве.

**Ключевые слова:** модель, движение, нейронная сеть, скелет, алгоритм, захват.

Трудно представить сегодняшние реалии без развитых технологий, позволяющих упрощать человеческую деятельность. Уже сегодня доступен перенос реального движения человека в трехмерное пространство компьютера. На сегодняшний день известно несколько технологий распознавания движения с его переносом на компьютер.

Первой технологией является маркерная система, которая позволяет с помощью различных датчиков, фиксируемых на человеке, отследить его движения, перенося значения этих датчиков на компьютеры с помощью камер или иных средств. Данный способ, имеет такие плюсы, как точность, по сравнению с альтернативным вариантом,

однако у него есть серьезные недостатки. К этим недостаткам относятся: дороговизна используемого оборудования, неточность захвата при некоторых движениях, необходимость квалифицированных сотрудников, а также огромная рабочая зона.

Второй технологией является безмаркерный захват движений, он имеет ряд недостатков, в число которых также входит неточность захвата движения, однако технология позволяет работать с более дешевым оборудованием, таким как камера компьютера или телефона. Сюда включаются несколько подходов: использование инфракрасного света, обычной RGB-камеры или нескольких камер для лучшей фиксации движения.

Разрабатываемая технология будет основана на безмаркерном захвате, который будет осуществляться с помощью заранее подготовленного видеоряда. Более подробная работа технологии приведена ниже. Видеосъемка проводится с 30 кадрами в секунду. Каждый кадр берется и обрабатывается последовательно с применением нейронной сети.

Первым шагом используется сверточная нейронная сеть (или CNN), включающая ResNet50, которая отвечает за формирование ограничивающего окна (далее – Bounding Box) и отслеживание движений [1].

При обработке изображения нейронная сеть ищет фигуру человека, после чего обрезает и сжимает изображение до области с фигурой человека, что впоследствии помогает уменьшить область дальнейшей работы программы.

Вторым шагом используется последующая модификация CNN, применяющая развертку сети для последующего прогнозирования [2]. При работе с изображением она создает 2D-карту ключевых точек и 3D-карту местности. Карта ключевых точек позволяет выделять точки  $H_i$ , которые находятся в местах сгибания суставов [3]. 3D-карта местности позволяет разделять изображения, которые отдалены на разном расстоянии от камеры. Создается 3 отдельных карты по координатам  $X, Y, Z$ .

Третий шаг алгоритма реализуется на основе карт, полученных на предыдущем шаге. Когда каждая из ключевых точек получает свои координаты в пространстве, создается единая скелетная модель.

Для обучения нейронной сети используются data sets: MPI-INF-3DHP и Human3.6m. Первая база содержит изображения людей, это позволит нейронной сети обучаться составлению 2D-карты ключевых точек. Вторая база содержит позы человека в пространстве.

В заключение хочется отметить, что технология захвата движения проникла в большую часть нашей жизни, становясь популярной не только в киноиндустрии и игровой индустрии, но также и в медицине.

## ЛИТЕРАТУРА

1. VNect: Real-time 3D Human Pose Estimation with a Single RGB Camera [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pdfs.semanticscholar.org/3907/928b73b4f6908a8204b3dd1b367021ab7090.pdf> , свободный (дата обращения: 15.03.2022).
2. Review: DeepPose – Cascade of CNN (Human Pose Estimation) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/review-deerpose-cascade-of-cnn-human-pose-estimation-cf3170103e36>, свободный (дата обращения: 15.03.2022).
3. Бумажные заметки к исследованию: учимся оценивать позу и форму человека в 3D на основе одноцветного изображения. Русские блоги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russianblogs.com/article/57871600423/>, свободный (дата обращения: 15.03.2022).

УДК 004.4

### ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ СОВМЕСТНОЙ РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТОВ

*В.С. Завятов, П.А. Куминов, Д.С. Лисица,  
Г.С. Кургаева, студенты каф. АСУ*

*Научный руководитель М.Ю. Катаев, проф. каф. АСУ, д.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, [ktyu@asu.tusur.ru](mailto:ktyu@asu.tusur.ru)*

Представлен обзор программных инструментов автоматизации документооборота в рамках проектов, когда возникает необходимость коллективом создавать один документ, например отчет. Проведены анализ и сравнение существующих программных инструментов.

**Ключевые слова:** совместная работа над документами, система управления документами, система электронного документооборота.

В современных условиях в связи с расширением информационно-коммуникационных технологий появляются новые возможности международного сотрудничества, которое, в свою очередь, требует удобное программное обеспечение для совместной работы. Эпидемиологическая обстановка лишней раз показала необходимость развития систем для сетевой работы. Сейчас ни одна организация не обходится без системы электронного документооборота. Мир находится на следующем этапе развития таких систем – внедрение возможности совместного редактирования документов в режиме реального времени.

Раньше, до появления возможности коллективной работы с электронными документами, для организации подобного рода деятельности сотрудникам приходилось печатать и передавать коллегам либо

использовать локальные сети или внешние носители. Теперь же в этом нет необходимости, потому что идет активное развитие сервисов, включающих в себя совместную работу над файлом.

Ниже более подробно рассмотрены различные технологии совместного редактирования документов [1].

Классический способ – последовательное редактирование. При использовании данного метода документ создается и редактируется сначала одним сотрудником, затем передается другому сотруднику, дополняющему файл, – и далее по цепочке. Такое редактирование затратно по времени, поскольку следующие в очереди работники не могут приступить к работе с документом до его получения.

Другой вид совместной работы – параллельное редактирование. Такой способ предполагает редактирование сотрудниками разных версий одного документа, которые в конечном итоге сливаются в один. В этом случае прогресс создания документа в один момент времени зависит не от одного сотрудника, но создание конечного документа может потребовать значительное количество времени для обработки всех версий документа.

Третий метод – совместное редактирование. Данный подход подразумевает под собой совместную работу над документом несколькими пользователями – в том числе и одновременно – в режиме онлайн.

В настоящее время существуют различные программные системы [2], включающие в себя совместную разработку документов.

Приложение «Яндекс.Документы» оказалось явным аутсайдером. Оно имеет наименьшее количество возможностей – в частности, отсутствует шрифт «Times New Roman», вынесенного в таблицу отдельным пунктом, поскольку именно им по ГОСТу оформляется вся документация. Исходя из таблицы, можно сделать вывод, что Microsoft Word Online является наиболее удобным и полным инструментом для совместной работы над документами. Для поддержки российской IT-сферы стоит приобрести лицензию программной системы «МойОфис Текст».

В рамках дисциплины «Учебно-проектная деятельность» выполняется проект «CRM-система кафедры», который предоставит студентам кафедры АСУ возможность создавать и редактировать всю отчетную и научную документацию (по проектам УИР и ГПО) в отдельном веб-сервисе. Такой инструмент позволит студентам удобно вести работу с документами, а преподаватели смогут прямо в файле оставить замечания, если таковые возникнут. Система также будет хранить все документы на сервере, в том числе и после завершения обучения студентов.

### Обзор функциональных возможностей продуктов

Возможности программных продуктов	Текстовый редактор «Р7-Офис. Персональный»	Microsoft Word Online	Google Docs	МойОфис Текст	Яндекс.Документы
Наличие бесплатной облачной версии	–	+	+	–	+
Защита документа паролем	–	+	–	+	+
Режим комментирования	+	+	+	+	+
Режим просмотра	+	+	+	+	+
Синхронизация с настольной версией (при наличии)	+	+	–	+	–
Наличие шрифта Times New Roman	+	+	+	+	–
Управление версиями	–	+	+	+	–

### ЛИТЕРАТУРА

1. Как реализовывать совместное редактирование документов? | Вопросы подписчиков // Справочник секретаря и офис-менеджера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sekretariat.ru/question/211046-qqqa-16-m4-kak-realizovuyvat-sovmestnoe-redaktirovanie-dokumentov> (дата обращения: 07.03.2022).

2. Совместная работа с документами: SharePoint 2016, Office Online и все-все-все. – Ч. 1: Что это? / Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/310396/> (дата обращения: 07.03.2022).

3. МойОфис Текст – редактор для работы с текстовыми документами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://myoffice.ru/apps/text/> (дата обращения: 07.03.2022).

4. Сравнение офисных пакетов – Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сравнение\\_офисных\\_пакетов](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сравнение_офисных_пакетов) (дата обращения: 08.03.2022).

5. Как я опробовал Р7-Офис и что из этого получилось [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/services/151331-kak-ya-poproboval-r7-ofis-i-chto-iz-etogo-poluchilos> (дата обращения: 08.03.2022).

## **ПОДСЕКЦИЯ 3.2**

### **РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ**

*Председатель – Сенченко П.В., проректор по учебной работе  
ТУСУРа, доцент каф. АОИ, к.т.н.;*  
*зам. председателя – Сидоров А.А., зав. каф. АОИ, к.т.н.*

УДК 004.414.32

#### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ СОРЕВНОВАНИЙ ПО ИГРОВЫМ ВИДАМ СПОРТА**

*А.М. Васильев, Е.И. Баринов, магистранты*

*Научный руководитель Л.П. Турунтаев, доцент каф. АОИ, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, [tlp@sbi.tusur.ru](mailto:tlp@sbi.tusur.ru)*

Рассматриваются вопросы создания программного обеспечения для организации проведения соревнований по игровым видам спорта, таким как волейбол и настольный теннис. Программное обеспечение реализовано на базе ОС Windows и Android и позволяет реализовать функции проведения этапов подготовки к соревнованиям и их проведения, таких как прием заявок участников, составление расписания проведения игр, отражения на табло результатов игр в реальном времени, составление протоколов их результатов.

**Ключевые слова:** спорт, программное обеспечение, кроссплатформенная разработка.

Организация и проведение спортивных соревнований всегда сопряжены с множеством проблем. Проблемы эти связаны, прежде всего, с полнотой, актуальностью и трудоёмкостью ведения, учёта и хранения протокольной документации организаторами соревнований, а также предоставлением оперативной и актуальной информации зрителям и участникам соревнований о ходе их проведения. В настоящее время подобного рода программные средства получили применение среди спортивных профессиональных коллективов и в соответствующих федерациях спорта. Распространение их происходит сугубо индивидуально. Для непрофессиональных спортивных коллективов доступ к таким программам не представляется возможным.

В ходе проведения соревнований организаторам требуется обеспечить приём заявок от участников, ведение судейства и протокольной документации отдельных матчей, отражать текущие и итоговые результаты соревнований. По отдельным этапам проведения соревнований имеются некоторые программные модули в свободном распространении, в едином комплексе таких средств не выявлено.

Использование разрабатываемого программного обеспечения позволило бы упростить этапы подготовки и проведения соревнований. В начальной фазе организации соревнований необходимо определить участников соревнований, разослать положение о проведении игр, собрать и обработать заявки участников, провести жеребьёвку и на её основе составить расписание матчей. На самом этапе проведения соревнований требуется организовать оперативное отражение итогов ведения игр как на табло, так и на соответствующих сайтах организаторов соревнований.

**Постановка задачи.** Программное обеспечение разрабатывается в соответствии с клиент-серверной архитектурой.

В ходе разработки клиент-серверного программного обеспечения для ОС Windows и Android необходимо реализовать следующие функциональные модули:

1. Сбор и обработка заявок от участников соревнований.
2. Жеребьёвка и составление расписания игр.
3. Отображение хода ведения игры на информационном табло.
4. Подведение итогов соревнований.

**Реализация программного контента.** Разработку приложений на данный момент подразделяют на два вида:

1. Нативная разработка – разработка, при которой приложения пишутся под каждую платформу по отдельности.
2. Кроссплатформенная разработка – разработка, в которой используются инструменты, которые позволяют создавать приложения сразу для нескольких платформ.

При проведении анализа рынка возможностей разработки приложений был выбран кроссплатформенный подход.

При анализе кроссплатформенной разработки выделяют три главных фреймворка:

1. Flutter – это кроссплатформенный фреймворк для создания приложений с единой кодовой базой, используемых на мобильных устройствах, настольных и веб-платформах.

2. React Native – это кроссплатформенная технология от Facebook с полностью открытым исходным кодом, основная цель которой заключается в достижении такой же производительности, как и у

нативных приложений, с помощью перевода кода приложения на машинный язык и обеспечения нативного внешнего вида мобильным приложениям.

3. Xamarin – это кроссплатформенный фреймворк для разработки кроссплатформенных мобильных приложений с использованием языка программирования C#.

Каждый из рассмотренных фреймворков обладает как достоинствами, так и недостатками. При анализе по основным критериям (поддерживаемые платформы, проектирование пользовательского интерфейса, качество пользовательского интерфейса, стоимость, производительность) был выбран Flutter. Flutter набрала популярность среди разработчиков и крупных компаний [1]. Использует язык программирования Dart – объектно-ориентированный язык программирования, который позиционируется в качестве альтернативы или заменой JavaScript. Он был разработан как оптимизированный язык программирования для быстрого создания пользовательского интерфейса приложений под любые платформы.

**Заключение.** В результате выполнения проекта был реализован прототип программного комплекса. В рамках данного прототипа был реализован следующий функционал:

- обработка заявок участников соревнований;
- проведение жеребьевки команд участников;
- составление расписания матчей;
- трансляция текущего состояния матчей для зрителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Flutter или нативная разработка: что лучше выбрать для проекта? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://surf.ru/flutter-ili-nativnaya-razrabotka-chto-luchshe-vybrat-dlya-proekta/>, свободный (дата обращения: 01.03.2022).

УДК 004.652.5

### **АРХИТЕКТУРА ОСНОВНЫХ МОДЕЛЕЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ВЕБ-СЕРВИСА «УПРАВЛЕНИЕ ОБЩЕЖИТИЕМ» НА ОСНОВЕ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ**

*Г. Гелисханов, студент каф. АОИ*

*г. Томск, ТУСУР, office@tusur.ru*

Предлагается архитектура основных моделей базы данных для веб-сервиса «Управление общежитием» на основе реляционных баз данных. Описаны основные принципы взаимодействия веб-серви-

сов и баз данных, а также используемые механизмы связей моделей баз данных.

**Ключевые слова:** архитектура базы данных, реляционная база данных, веб-сервис, управление общежитием, взаимодействие моделей базы данных.

Одной из важных проблем управлением общежитиями в вузах является автоматизация процессов взаимодействия обучающихся и администрации общежитий. Решение данной проблемы позволит минимизировать физические контакты проживающих со службами общежитий, а также принесет экономическую пользу вузам. Наиболее удобным и распространенным вариантом подобного взаимодействия являются веб-сервисы, которые функционируют с использованием баз данных в качестве основного хранилища информации. Для полноценного управления общежитием необходимы сервисы контроля проживающих и инвентаря общежития, сервис заселения проживающих, а также сервис предоставления услуг проживающим. Для разработки подобного веб-сервиса, в первую очередь, необходимо спроектировать архитектуру базы данных веб-сервиса.

Для решения подобных задач используют различные средства, самыми распространёнными из которых являются реляционные базы данных. Согласно [1], реляционные базы данных представляют собой набор данных с predetermined связями между ними. Эти данные организованы в виде набора таблиц, состоящих из столбцов и строк. Реляционные базы данных зачастую выступают основным хранилищем информации веб-сервисов по ряду причин, одной из которых является учет консистентности данных, которая более подробно описана в [2]. Используя реляционные базы данных возможно взаимодействовать с объектно-ориентированными языками программирования, на основе которых и разрабатываются веб-сервисы. В [3] подробно описаны самые распространенные объектно-ориентированные языки программирования, используемые для создания веб-сервисов. Согласно [4] архитектура базы данных состоит из моделей сущностей, которые используются веб-сервисом, и связей между этими моделями. Более подробно виды связей моделей описаны в [5].

Требования к архитектуре базы данных представляют собой определения подходящей нормальной формы взаимосвязи моделей, которые более подробно описаны в [6]. Согласно данному источнику, дублирование данных и степень сложности обработки таблиц базы данных являются основными факторами оценки архитектуры базы данных. В данной работе предлагается архитектура основных моделей

базы данных веб-сервиса «Управление общежитием», удовлетворяющих условию третьей нормальной формы.

В качестве основных моделей базы данных использовались модели:

- общежитие (Hostel);
- комната (Room);
- тип комнаты (RoomType);
- пользователь (User);
- право доступа (Permission);
- студент (Student);
- единица инвентаря комнаты (InventoryType);
- тип единицы инвентаря комнаты (RoomInventoryType);
- заявление на оказание услуг (ServiceApplication);
- заявление на заселение (CheckingApplication).

В результате проектирования с помощью использования ранее указанных моделей была получена визуальная схема архитектуры основных моделей базы данных веб-сервиса «Управление общежитием», которая представлена на рис. 1.



Рис. 1. Визуальное представление архитектуры основных моделей базы данных веб-сервиса «Управление общежитием»

Таким образом, в результате выполнения работы была спроектирована архитектура основных моделей базы данных веб-сервиса «Управление общежитием», которая отвечает требованиям третьей нормальной формы базы данных. Представленная архитектура способна использоваться в любых веб-сервисах, целью которых является

контроль и управление общежитиями. Дальнейшая модернизация архитектуры должна производиться индивидуально для конкретного вуза, с учетом индивидуальных особенностей и предпочтений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Relational Database. Oracle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.oracle.com/database/what-is-a-relational-database/>, свободный (дата обращения: 11.02.2022).

2. Adams T.S. Data Consistency [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.easytechjunkie.com/what-is-data-consistency.htm>, свободный (дата обращения: 12.02.2022).

3. Javin P. Programming languages for web development in 2022 // Платформа для публикации статей Medium [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/javarevisited/top-5-programming-languages-for-web-development-in-2021-f6fd4f564eb6>, свободный (дата обращения: 13.02.2022).

4. Faysal A. Concepts of Database Architecture [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/oceanize-geeks/concepts-of-database-architecture-dfdc558a93e4>, свободный доступ (дата обращения: 14.02.2022).

5. Database relationships // IBM Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/docs/es/mam/7.6.0?topic=structure-database-relationships>, свободный (дата обращения: 15.02.2022).

6. Peterson R. Normalization in DBMS (SQL) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.guru99.com/database-normalization.html>, свободный (дата обращения: 17.02.2022).

УДК 004.932

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В РИТЕЙЛЕ

*Г.А. Волокитин, Р.С. Кульшин,*

*С.В. Коновалов, магистранты каф. АОИ*

*Научный руководитель А.А. Сидоров, зав. каф. АОИ, к.э.н.*

*г. Томск, ТУСУР, kolesolek97@gmail.com*

Использование цифровых двойников успешно применяется для построения моделей реальных физических объектов. Все это необходимо для проверки, что будет происходить с оригиналом в различных условиях, а также для экономии времени и денежных средств.

**Ключевые слова:** цифровой двойник, ритейл, модели данных, моделирование процессов, обработка данных.

Цифровой двойник – это цифровая копия физического объекта или процесса, помогающая оптимизировать эффективность бизнеса [1]. Однако необязательно использовать только физические объекты для моделирования цифровых двойников. Быстрое развитие машин-

ного обучения и анализа больших данных позволяет проектировать виртуальные и сложные модели цифровых двойников и имитацию их поведения.

В последнее время ритейл начал развиваться очень быстро. Также толчком для его развития послужила пандемия, поскольку она позволила перевести большую часть продаж в онлайн, и доказала, что можно производить данные услуги качественнее и быстрее за те же деньги.

Внедрение цифровых двойников в ритейл может позволить проверять эффективность тех или иных методов продаж, привлекать новых клиентов и удерживать старых.

**Проектирование цифровых двойников.** При использовании цифровых двойников в реальных физических объектах применяются датчики и сенсоры, позволяющие содержать виртуальную копию в актуальном состоянии. Для ритейла в качестве модели можно взять среднестатистического покупателя, точнее, его продовольственную корзину. В дальнейшем при необходимости можно разделить модели на разные типы покупателей, которые будут учитывать пол, возраст, специальность и т.д. Онлайн-продажи хранят информацию о покупателях и их покупках, это и будет аналогом датчиков и сенсоров.

Разработка цифрового двойника включает в себя:

- 1) получение данных о покупателях и их продуктовой корзине;
- 2) построение модели среднестатистического покупателя;
- 3) обработка данных с применением методов по корректировке процесса продаж;
- 4) получение результатов;
- 5) хранение данных.

Структура полной системы представлена на рис. 1.

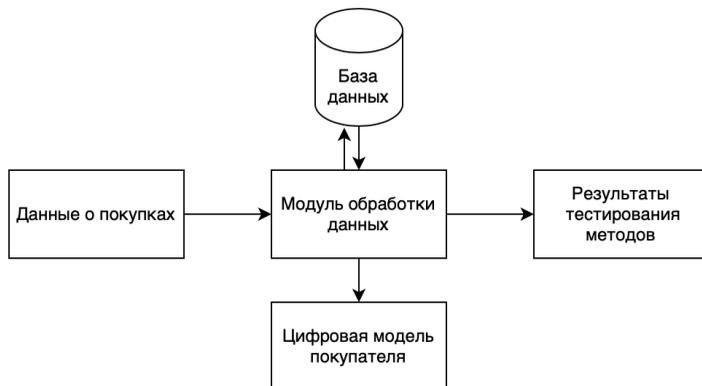


Рис. 1. Схема работы цифрового двойника в ритейле

Сама цифровая система должна выполнять обработку данных быстро, качественно, при этом необходимо, чтобы данные хранились с наименьшими затратами памяти. Для обеспечения этих критериев планируется использовать методики машинного обучения и анализа больших данных.

**Заключение.** С ростом производительности персональных компьютеров, а также методов обработки и хранения информации цифровые двойники все чаще пользуются популярностью у различных компаний, и не только для моделирования работ физических объектов. В сфере ритейл каждый день происходит очень большое количество различных процессов, связанных с получением выручки. Цифровые двойники в этой сфере позволят проверять как различные манипуляции с товарами, будут влиять на их продажу, что позволит находить и проверять новые каналы получения прибыли, привлекать новых клиентов и повышать качество оказываемых услуг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаров А.С., Саклаков В.М. Цифровой двойник: обзор существующих решений и перспективы развития технологии // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. – 2018.

УДК 004.4242

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОДОГЕНЕРАЦИИ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ**

***С.В. Коновалов, Р.С. Кульшин, Г.А. Волокитин, магистранты***

*Научный руководитель А.А. Сидоров, доцент каф. АОИ, к.э.н.*

*г. Томск, ТУСУР, каф. АОИ, stepkon1999@mail.ru*

Рассматривается программное обеспечение для генерации однотипного кода при разработке мобильных приложений. Разработанное ПО позволяет создавать структуру проекта и шаблоны кода, результатом выполнения является готовый экран со всеми базовыми состояниями, также существует функция создания модели данных, используя только HTTP-запросы.

**Ключевые слова:** разработка, программное обеспечение, кодогенерация, разработка мобильных приложений.

Кодогенерация – это процесс автоматического создания программного кода специальным приложением, где по заданным условиям полностью или частично формируется исходный код программы [1]. При разработке мобильных приложений разработчики зачастую

сталкиваются с однотипным, шаблонным кодом или выполнением однотипных действий. К таким действиям относятся: создание базовой архитектуры проекта, создание экрана с его базовыми состояниями и создание моделей данных. Разработанное программное обеспечение генерирует код на языке программирования dart с использованием фреймворка Flutter [2].

**Создание базовой архитектуры проекта.** При создании Flutter-проекта в интегрированной среде разработки Android Studio [3] используется крайне неудобный шаблон, который разработчикам приходится переделывать каждый раз при создании проекта. На рис. 1 изображен функционал приложения, который позволяет изменить стандартный шаблон, который создает Android Studio.

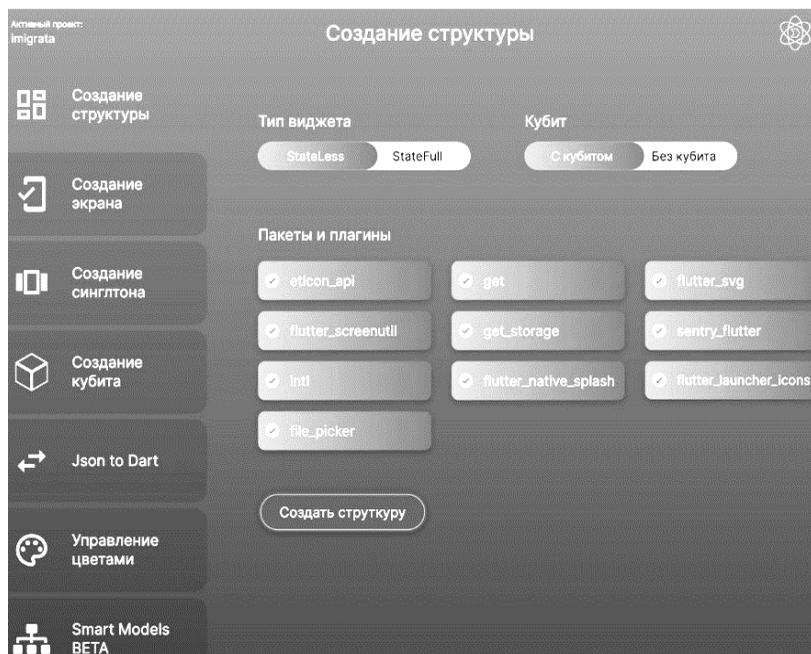


Рис. 1. Функционал для создания шаблона проекта

Программное обеспечение позволяет настроить архитектуру главного экрана, выбрать его управление состояниями. К проекту можно подключить наиболее часто используемые плагины и пакеты, их достаточно выбрать на экране. После нажатия на кнопку «Создать структуру» структура проекта будет изменена по заранее определенному шаблону. В проект добавляются выбранные плагины, будет со-

здана папка для хранения статических файлов приложения и шрифтов. Содержимое главного файла main.dart будет изменено на более понятный и удобный шаблон входа в приложение.

**Создание моделей.** Модель содержит в себе данные приложения, процесс ее создания всегда однотипен: разработчик создает класс с набором полей. Созданный класс не содержит в себе какой-либо логики и отвечает только за хранение данных и их предоставление. Как правило, процесс создания моделей сводится к тому, что разработчик создает класс на основе уже известного JSON. На рис. 2 изображен функционал приложения для создания моделей на основе HTTP-запросов.

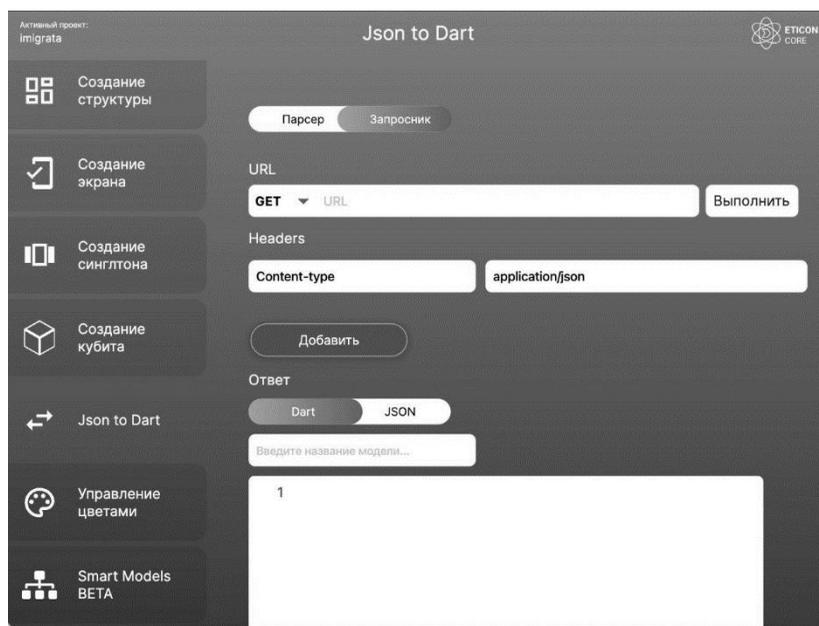


Рис. 2. Функционал для создания моделей

Для того чтобы создать модель, разработчику необходимо ввести ссылку для получения JSON, ввести название модели и нажать кнопку «Выполнить». Если запрос выполнится без ошибок, то на основе полученного JSON будет создан класс dart, который и является моделью данных.

**Заключение.** В данной статье рассмотрены самые важные функции созданного программного обеспечения. На текущий момент раз-

работывается функционал для сбора статистики по наиболее используемым функциям. В будущем планируется провести исследование о том, как разработанное ПО влияет на скорость разработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Flutter – multiplatform framework [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://flutter.dev> (дата обращения: 06.03.2022).
2. Кодогенерация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://intuit.ru/studies/courses/3733/975/lecture/14619> (дата обращения: 06.03.2022).
3. Android Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.android.com/studio> (дата обращения: 06.03.2022).

УДК 004.75

### **МИКРОСЕРВИСЫ – ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ВНЕШНИМИ СЕРВИСАМИ**

*М.М. Мамочкин, А.С. Робонен, студенты каф. АОИ  
Научный руководитель М.В. Владимиров, ассистент каф. АОИ  
г. Томск, ТУСУР, [mikhail.v.vladimirov@tusur.ru](mailto:mikhail.v.vladimirov@tusur.ru)*

Исследуются способы взаимодействия с внешними сервисами. В частности, рассматриваются определенные технологии и выявляются области для их применения.

**Ключевые слова:** REST API, RabbitMQ, Mercure, WebSocket, AMQP.

Микросервисная архитектура или просто микросервисы, – это особый метод разработки программных систем, который пытается сосредоточиться на создании однофункциональных модулей с четко определенными интерфейсами и операциями.

Рассмотрим четыре основных способа взаимодействия с внешними сервисами и проведем исследование технологий: REST API, AMQP, WebSocket, Mercure.

**REST API** – прикладной программный интерфейс, который работает с данными с помощью HTTP-запросов [1]. Благодаря ему можно получать, отправлять, редактировать и удалять данные на сервере. Это дает возможность разработчику работать с сервером, используя только HTTP-запросы.

При обращении к серверу указывается один из методов HTTP-запроса. Самые часто используемые методы: GET, POST, PUT и DELETE [2].

REST API, на данный момент, является самым популярным решением для взаимодействия с внешними сервисами.

**AMQP** – это открытый стандартный протокол прикладного уровня, используемый для асинхронного обмена сообщениями, отличающийся высокой надежностью и безопасностью [3].

AMQP имеет три базовых понятия:

1. Обменник (exchange).
2. Очередь (queue).
3. Связь, или маршрут (routing key).

Очередь – это последовательная структура данных с двумя основными операциями: сообщение может быть поставлено в очередь в конце и удалено (забрано клиентом).

Обменник отвечает за маршрутизацию сообщения в разные очереди с помощью привязок и ключей маршрутизации. Привязка – это связь между очередью и обменом.

Например, брокер сообщений RabbitMQ использует протокол AMQP для связи, помещая сообщения в очередь и перенаправляя их одному или нескольким получателям, которые прослушивают сервер RabbitMQ (рис. 1).

**RabbitMQ** – это эффективный способ хранения ожидающих транзакций, запросов и перенаправления их в места, где они обрабатываются.

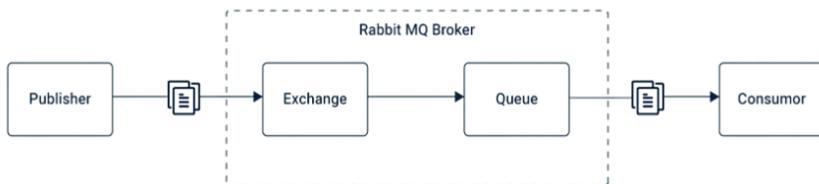


Рис. 1. Схема работы брокера сообщений RabbitMQ

Концепции RabbitMQ:

1. Publisher (отправитель) – отправляет сообщения.
2. Consumer (получатель) – получает сообщения.
3. Queue (очередь) – буфер, в котором хранятся сообщения.
4. Message (сообщение) – информация, которая отправляется от отправителя к получателю через RabbitMQ.
5. Exchange (обменник) – получает сообщения от отправителя и помещает их в очереди.

**WebSocket** – это протокол прикладного уровня стека TCP/IP, который описывает правила взаимодействия между разными хостами на прикладном уровне [4].

В web-сокетах, в отличие от HTTP, между клиентом и сервером на прикладном уровне устанавливается постоянное двунаправленное соединение. По этому соединению клиент может отправлять данные серверу и наоборот. Таким образом, веб-сокеты намного лучше подходят для разработки приложений реального времени, чем протокол HTTP.

Этапы работы протокола web-сокетов состоят из двух частей – установки соединения и передачи данных.

Установка соединения происходит по протоколу HTTP. После между клиентом и сервером устанавливается прямое TCP-соединение, по которому данные передаются уже без использования протокола HTTP [5].

В web-сокетах данные передаются в виде кадров (frames) через соединение TCP. Заголовки кадров имеют бинарный вид небольшого объема. В результате накладные расходы в веб-сокетах гораздо ниже, чем в HTTP, где заголовки представляются в виде текста и большого размера.

**Mercurе** – это открытый протокол, разработанный для публикации обновлений из сервера к клиентам [6]. Mercurе позволяет отправлять любой контент в веб-браузеры и другие клиенты быстрым, надежным и экономичным способом.

Терминология mercurу [6]:

1. Тема (topic) – блок, на который можно подписаться, чтобы получать информацию об изменениях.
2. Обновление (update) – сообщение, содержащее обновленную версию темы.
3. Селектор темы (topic selector) – это выражение, предназначенное для сопоставления с одной или несколькими темами.
4. Издатель (publisher) – владелец темы. Уведомляет хаб, когда тема была изменена. Обычно издатель не знает ничего об подписчиках.
5. Подписчик (subscribers) – клиентское приложение, которое подписывается на обновление тем.
6. Подписка (subscribe) – средство, с помощью которого подписчик может получать обновления.
7. Хаб (hub) – сервер, который обрабатывает запросы на подписку и распределяет контент среди подписчиков, когда соответствующие темы обновлены.

Вся работа состоит в том, что издатель узнает про изменения темы и уведомляет об этом хаб, а тот, в свою очередь, посылает измененную тему подписчикам.

Рассмотрим разницу Mercurе и WebSocket. В отличие от WebSocket – низкоуровневого протокола, Mercurе является высоко-

уровневым. Это значит, что Mercure предоставляет удобные встроенные функции, такие как авторизация, повторное подключение, согласование состояний; в то время как с WebSockets вам нужно реализовать их самостоятельно. Также WebSocket не поддерживают HTTP/2+, в отличие от Mercure.

**Выводы.** Было проведено исследование методов взаимодействия с микросервисами. Можем сделать вывод, что REST API является самым востребованным архитектурным стилем из-за своей простоты работы и удобством использования. Для создания более продвинутого функционала следует применять другие методы. Так, для обработки больших данных отлично подойдет AMQP с брокером сообщений, а для создания real-time-приложения можно использовать WebSocket или Mercure. В больших проектах зачастую используется не один протокол, так как ни один не является взаимозаменяемым, а в совокупности они дают гибкость и удобство использования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. REST API. IBM Cloud – учебный центр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/uk-en/cloud/learn/rest-apis>, свободный (дата обращения: 05.03.2022).
2. Дууза Н.Р. Чистая архитектура на примере ASP.NET CORE REST API-сервера // Матер. междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2020. – Ч. 2. – С. 238–241.
3. RabbitMQ as a Service. RabbitMQ for beginners – What is RabbitMQ? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cloudamqp.com/blog/part1-rabbitmq-for-beginners-what-is-rabbitmq.html> (дата обращения: 05.03.2022).
4. Мобильная связь и технологии. Web-сокеты – протокол прикладного уровня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zvondozvon.ru/tehnologii/protokoli/web-sokety>, (дата обращения: 06.03.2022).
5. Дупляков К.А. Архитектура серверной части сервиса по проведению викторин // Наука и практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения. – 2018. – С. 240–242.
6. Mercure. Mercure – The Specification [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mercure.rocks/spec#abstract> (дата обращения: 06.03.2022).

УДК 004.422.8

### МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (РИС)

*М.М. Пуговкин, магистрант каф. АОИ  
г. Томск, ТУСУР, [trugovkin19@gmail.com](mailto:trugovkin19@gmail.com)*

Цель данной работы заключается в изучении вопросов, касающихся методов обеспечения безопасности распределенных информацион-

ных систем. Рассмотрены понятие распределенной информационной системы, особенности ее применения, а также проанализированы основные методы обеспечения безопасности распределенных информационных систем. Используются такие методы исследования, как анализ, синтез, описание и обобщение. Отмечается, что достижение наивысших результатов в сфере защиты распределенных информационных систем возможно только в том случае, когда будет применяться комплексная система защиты, сочетающая в себе наиболее современные и высокоэффективные методики.

**Ключевые слова:** распределенная информационная система, информационная безопасность, информация, стандарты информационной безопасности, управление рисками, научно-технический прогресс.

В связи с последними событиями в мире и Российской Федерации в частности важность информационных систем и технологий трудно переоценить. Их применение является неотъемлемым элементом для того, чтобы вести полноценную жизнь. Все преимущества, которые дает использование на практике информационных систем, приводят к существенному повышению конечных результатов.

Такой широкомасштабный рост применения информационных систем связан, несомненно, с их безусловными преимуществами. Но обилие данных, с которыми приходится работать таким системам, а также необходимость их систематизации, типизации и сегментации с каждым годом становятся более существенными. В связи с этим появилась концепция создания распределенных информационных систем (РИС), которая показала себя достаточно эффективно и получила широкое распространение в настоящее время [1].

Несмотря на всю кажущуюся эффективность данной концепции, РИС, как и многие другие современные информационные системы, являются потенциально уязвимыми к различного рода негативным воздействиям. В связи с этим высокой актуальностью пользуются вопросы, которые связаны с изучением различных методов обеспечения безопасности РИС.

Под РИС в настоящее время понимается цифровая информационная среда, основные элементы которой при работе с управляющими системами разбиваются по заранее согласованным каналам исходя из используемого алгоритма. Под элементами РИС понимаются сети, а в качестве объектов выступают данные. Для того чтобы РИС обладали максимальной эффективностью, необходимо выполнение следующих базовых принципов их создания:

- прозрачность;
- независимость;

- синхронизация;
- изолированность конечных потребителей информации.

В процессе проектирования осуществляется создание функциональной структуры создаваемой РИС, в рамках которой описываются всевозможные конфигурационные взаимодействия с основными и промежуточными элементами. В итоге получается схема сети, на которой указаны все основные связи между ее элементами, а также их параметры и методы работы с ними. В настоящее время на практике применяются два базовых подхода создания РИС – с акцентом на процессы обмена сообщениями между элементами системы или на базе регуляции вызовов процедур в системе серверного обеспечения [2].

В настоящее время применение РИС обусловлено следующими факторами:

- повсеместной децентрализацией и информационной интеграцией;
- увеличением производительности программно-аппаратных средств;
- созданием систем, которые имеют повышенные требования к показателям отказоустойчивости и производительности;
- необходимость соединения достаточно больших объемов различных данных и предоставления к ним свободного доступа из различных уголков мира [3].

В данный момент не существует распределенной информационной системы, которая могла бы гарантировать бесперебойную работу и в полном объеме защищать хранимую информацию. Реализация политики безопасности в подобных системах подразумевает собой управление рисками.

Каждая компания в праве организовывать управление рисками в той мере, в которой это необходимо самой компании. Зачастую реализуя комплексную систему защиты, которая позволяет защищать информацию и поддерживать риски на определенном уровне. Подобные системы работают таким образом, что падение одного уровня защиты не повлечет за собой потерю всей информации.

Для управления информационной безопасностью требуется строгое соблюдение технических и правовых требований к системам защиты информации, которые определены в национальных и международных стандартах по информационной безопасности и документах по технической защите информации [4].

Стандарт ISO 15408 является аналогом документа ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1–2012, в котором представлены методы и средства обеспечения информационной безопасности, а также методы и критерии оценки безопасности информационных технологий [5, 7].

Международный стандарт ISO 17799 содержит в себе правила по управлению информационной безопасностью [6]. Стандарт предполагает, что необходимо уделить внимание комплексному подходу к управлению информационной безопасностью при разработке эффективных информационных систем.

Организациям, обрабатывающим большие объемы данных, помимо соблюдения стандартов разработки информационных систем, необходимо регулярно проводить аудит безопасности разрабатываемых систем, а также их ежедневный мониторинг.

**Заключение.** Информационная сфера в настоящее время относится к числу самых востребованных, и именно ей чаще всего уделяется достаточно много внимания. С полной уверенностью можно утверждать, что применение информационных технологий неразрывно связано с вопросами информационной безопасности. В связи с этим растут и требования к надлежащему уровню безопасности в данной области, который может быть достигнут только в том случае, когда будет применяться комплексная система защиты распределенных информационных систем, сочетающая в себе наиболее современные и высокоэффективные методики, а также следование всем стандартам безопасности в ходе разработки информационных систем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пиховкин Н.Л. Обеспечение безопасности распределенной информационно-вычислительной сети с учетом управления рисками / Н.Л. Пиховкин, Д.В. Сахаров // Труды учебных заведений связи. – 2016. – № 2(2). – С. 93–97.
2. Артюхов Ю.В. Некоторые аспекты информационной безопасности в распределенной компьютерной системе // Молодой ученый. – 2011. – № 2(25). – С. 60–62.
3. Масленников Е.В. Распределенные информационные системы: особенности применения и построения // Молодой ученый. – 2019. – № 22 (260). – С. 59–61.
4. Информационная безопасность распределенных информационных систем: риски и управление [Электронный ресурс]. – Свободный доступ: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_36525746\\_15220925.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_36525746_15220925.pdf) (дата обращения: 20.03.2022).
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1–2012. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. – М.: Стандартинформ, 2012.
6. ISO/IEC 17799:2005. Управление информационной безопасностью. Информационные технологии.
7. ISO/IEC 15408. Общие критерии безопасности информационных технологий.

### **ПОДСЕКЦИЯ 3.3**

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИКЕ И ОБРАЗОВАНИИ**

*Председатель – Дмитриев В.М., проф. каф. КСУП, д.т.н.;*  
*зам. председателя – Ганджа Т.В., проф. каф. КСУП, д.т.н.*

УДК 004.891.2

### **СТРУКТУРА И ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ О ПАЦИЕНТАХ, СТРАДАЮЩИХ ГЛАУКОМОЙ**

*Н.М. Дубинин, аспирант каф. КСУП*

*Научный руководитель Т.В. Ганджа, проф. каф. КСУП, д.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, gandgatv@gmail.com*

Представлены результаты разработки базы данных о пациенте, лечебного учреждения, различных показателей состояния глаза и т.д. База данных необходима для взаимодействия с системой на основе нейронных сетей. Система выполняет роль консультанта врача и помогает врачу в постановке диагноза и выработке методики лечения для каждого пациента.

**Ключевые слова:** базы данных, нейронные сети, глаукома, запросы к базе данных, структура базы данных.

**Цель создания базы данных.** Создана база данных, которая состоит из большого количества таблиц (пациент, врач, лечебное учреждение, адрес, учётные данные пациента, обращение, описание глазного статуса, острота зрения, внутриглазное давление, биометрия глаза, поле зрения, локальный статус, оптическая когерентная томография, гониоскопия, электрофизиология, рекомендации и диагноз). В них занесены данные о пациенте лечебного учреждения, различные показатели состояния глаза и т.д. База данных необходима для взаимодействия с системой на основе нейронных сетей, выполняющей роль консультанта врача, помогающей врачу в постановке диагноза и выработке методики лечения для каждого отдельного пациента.

**Основные таблицы и их назначение.** Основные таблицы в базе данных – это «Пациент диагноз» и «Диагноз».

Таблица «Диагноз» состоит из столбцов: ЛПУ (лечебное профилактическое учреждение), тип диагноза, глаукома по происхождению,

форма первичного происхождения, форма вторичного происхождения, стадия, состояние уровня внутриглазного давления, динамика зрительных функций). Столбец ЛПУ ссылается на данные из других таблиц. Все остальные столбцы из таблицы «Диагноз» заполняются внутри данной таблицы.

Таблица «Пациент диагноз» состоит из столбцов: диагноз, рекомендации дополнительные замечания, описание ГС (глазного статуса). Столбцы диагноз и описание ссылаются на данные из других таблиц. Все остальные столбцы из таблицы «Пациент, диагноз» заполняются внутри данной таблицы.

**Порядок заполнения и пополнения базы данных информацией о состоянии пациента.** В базе данных имеются несколько основных таблиц. Чтобы вносить информацию о пациентах и врачах, должна быть заполнена информация о первостепенных таблицах относительно заполняемых. Первым делом заполняется таблица «Адрес». На основании этого создается «ЛПУ» и «ПНД пациента (персональные данные пациента)», далее заполняются таблицы «Учет» и «Пациент».

Также имея «ЛПУ» и «ПНД врач», заполняется таблица «Врач».

После того как были заполнены таблицы «Пациент», «ЛПУ» и «Врач», заполняется таблица «Обращение».

Далее необходимо заполнить таблицы: «ОКТ», «Гониоскопия», «ВГД», «Коррекция ГЗ», «Острота зрения», «Биометрия», «Электрофизиология» и «Locale\_state» (локальный статус). После этого появляется возможность заполнить всю информацию в таблице «Глазной статус».

Имея данные с таблицы «Глазной статус» и «Пациент», заполняется «Описание ГС» (описание глазного статуса).

В завершение необходимо заполнить таблицу «Диагноз». Последним этапом заполняется таблица «Пациент диагноз».

**Запросы к базе данных.** Запросы к базе данных рассмотрим на примере sql-запроса к таблице «ПНД Врач»:

```
– Добавление данных в таблицу: INSERT INTO `Dubinin`.  
`Пнд_Врач` (`id_врач`, `фамилия`, `имя`, `отчество`, `e-Mail`, `телефон`)  
VALUES (1, `Игорь`, `Семаков`, `Андреевич`, `igor@mail.ru`,  
`+7953999999`);
```

```
– Изменение: UPDATE `Dubinin`.`Пнд_Врач` SET `телефон`=  
+791388888888` WHERE id=1;
```

```
– Удаление: DELETE FROM `Dubinin`.`Пнд_Врач`
```

```
– WHERE id=1;
```

```
– Найти всех врачей с именем Игорь: SELECT *
```

```
– FROM `Dubinin`.`Пнд_Врач`
```

```
WHERE (([`Пнд_Врач`].[`имя`] == `Игорь`));
```

**Заключение.** Созданная база данных будет использоваться для обучения нейронной сети. На основе данной нейронной сети будет создана система, которая будет выполнять роль консультанта врача и помогать врачу в постановке диагноза и выработке методики лечения для каждого пациента. Модель системы показана на рис. 1.



Рис. 1. Модель системы

### ЛИТЕРАТУРА

1. Грофф Д.Р., Оппель Э.Д., Вайнберг П.Н. SQL. Полное руководство. – 3-е изд.: пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2019. – 418 с.
2. Советов Б.Я. Базы данных: учеб. для вузов / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский, В.Д. Черговской. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2021. – 420 с.
3. Алексеев В.Н., Амиров А.Н., Алябьева Ж.Ю. Глаукома. Национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 824 с.

УДК 62.529

## РАЗРАБОТКА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ СИСТЕМЫ КЛЕТЕВОГО ПОДЪЕМА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

*В.Ю. Незнамов, студент*

*Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, neznamov17@mail.ru*

Рассматриваются проблемы диспетчеризации системы клетового подъема.

**Ключевые слова:** клеть, диспетчеризация, SCADA.

Вертикальный клетевой подъём – это способ перемещения груза или людей по вертикальной оси с помощью клетки. Грузовой режим позволяет лифту ехать с открытой дверью, не меняя установленную максимальную скорость (8 м/с). Режим люди имеет более низкую скорость перемещения 4 м/с, а в случае открытой двери снижает скорость до 1 м/с. Местный режим – это режим управления клетки непосредственно в кабине, в этом режиме оператор SCADA не может управлять клетью через систему, только наблюдать, а дистанционный – это режим управления через SCADA-систему самим оператором.

Разработка мнемосхем диспетчеризации автоматизированной системы клетьевого подъема осуществлялась в программной среде «Wonderware System Platform 2017 – ArchestrA IDE».

Затем переходим в левое нижнее окно под названием «Deployment», в котором создаём «дерево» программы, komponуем так, как информация будет храниться и обрабатываться, на каких устройствах. Дерево программы «Elevator» показано на рис. 1.

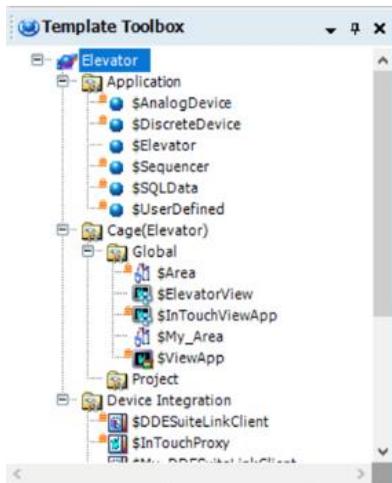


Рис. 1. Дерево программы «Elevator»

Возвращаемся к созданному прототипу «\$Elevator», заходим в его настройки (рис. 2). Создаем необходимые переменные, где I/O означает – объект считывает значения переменных с контроллера (Read) или записывает их в него (Write):

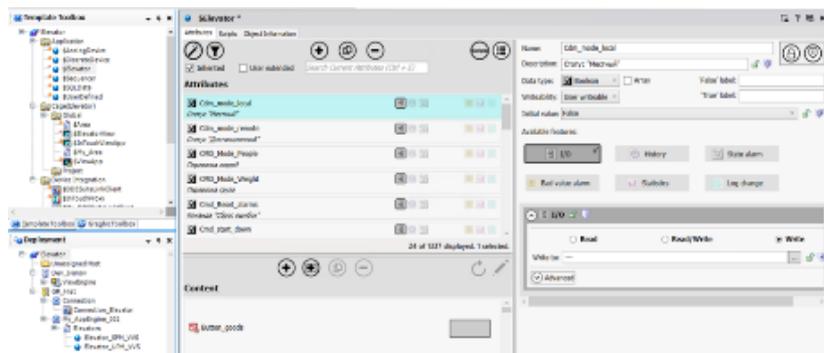


Рис. 2. Окно настройки прототипа «Elevator»

В разделе «Contect» было добавлено 18 элементов: Button\_goods (кнопка событий), Button\_People (кнопка «Люди»), Cage\_position (позиция клетки), Control\_mode (режим управления), Door (дверь), Elevator (клеть), go\_down (движение вниз), go\_up (движение вверх), Malfunction\_mark\_0 (датчик отметки 0 м), Malfunction\_mark\_650 (датчик отметки -650 м), Object\_Massa (масса объекта), operating\_mode (режим работы), Overweight (перегруз), protivives\_position (позиция противовеса), Reset\_alarms (сброс аварий), Speed (скорость), Stop (стоп), Weight (вес).

Подобным образом создаются и остальные элементы визуализации, результат создания элементов, собранных в SCADA-систему, продемонстрирован на рис. 3.

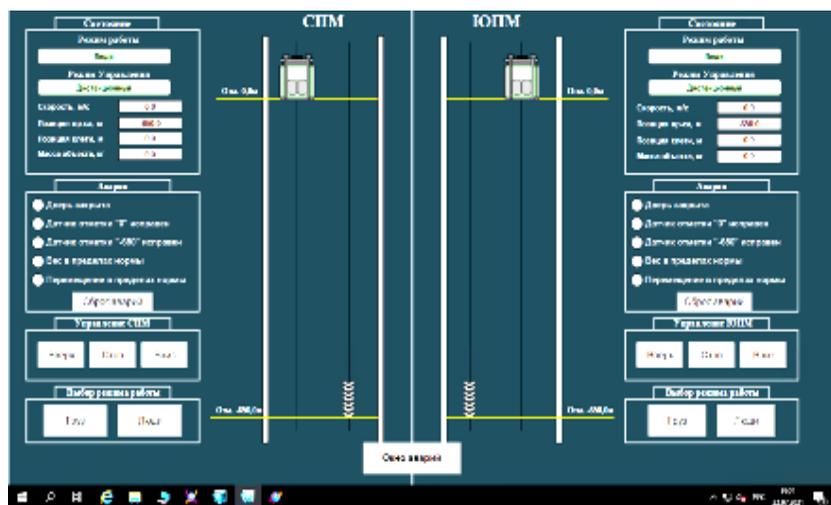


Рис. 3. SCADA-система

После написания программы необходимо проверить и отладить её на стенде, чтобы избежать ошибок во время работы в реальных условиях. Для этого нужно запустить программу и проверить работу во всех режимах и в разных условиях. Контроллер Siemens серии S7-1200, на котором отлаживалась программа, представлен на рис. 4.

На рис. 5 представлена работа программы, когда северная подъемная машина (СПМ) работает в режиме «Люди» и управляется в «местном режиме». При этих настройках диспетчеру недоступны кнопки управления клетевым подъёмом, но он может отслеживать все параметры и ошибки работы клетки. Южная подъемная машина (ЮПМ на рис. 5) не подключена к контроллеру, поэтому все параметры указывают на то, что нет связи с контроллером.

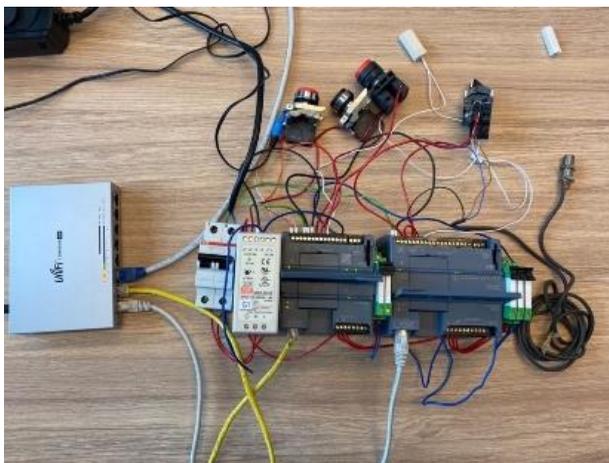


Рис. 4. Контроллер Siemens серии S7-1200

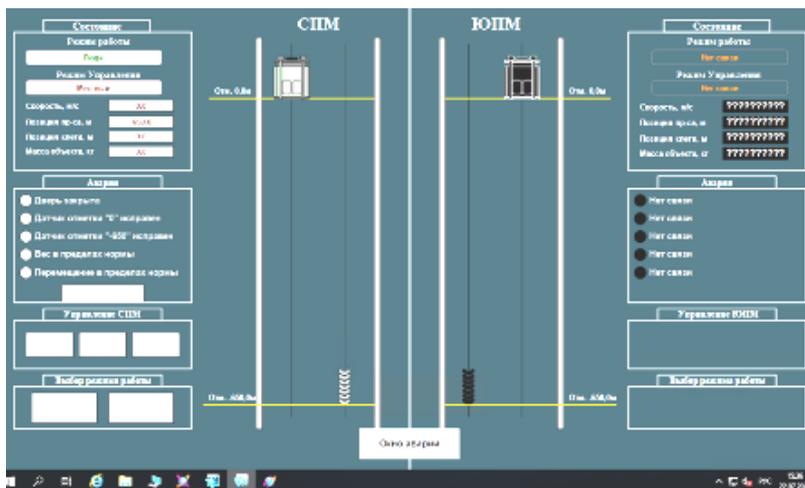


Рис. 5. Пример работы программы

## ЛИТЕРАТУРА

1. Wonderware System Platform [Электронный ресурс]. – URL: [https://wonderware.ru/pdf/Wonderware\\_System\\_Platform\\_2017\\_Datasheet\\_ru\\_0817.pdf](https://wonderware.ru/pdf/Wonderware_System_Platform_2017_Datasheet_ru_0817.pdf) (дата обращения: 21.02.2022).
2. Материал про систему клетового подъема [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Шахтный\\_подъем](https://ru.wikipedia.org/wiki/Шахтный_подъем) (дата обращения: 18.02.2022).

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
ДВИЖЕНИЕМ НА ПУНКТЕ ВЕСОВОГО КОНТРОЛЯ  
АВТОТРАНСПОРТА**

*Д.А. Дашкевич, М.В. Липовка, студенты каф. КСУП*

*Научный руководитель А.Е. Карелин, доцент каф. КСУП, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, Dashkevich\_Danil@mail.ru*

Рассмотрена реализация системы управления организации движения пункта весового контроля.

**Ключевые слова:** шкаф управления, автоматизированная система, весы взвешивания, компоненты системы.

Технологии продвигаются очень быстро и автоматизация тому не исключение. Также и с системой управления организации движения пункта весового контроля. Во многих организациях очень строгий регламент для транспорта. Один из них – вес автомобиля. Это главный фактор, который нужен на дорогах общего пользования. Чтобы упростить дальнейшее взвешивание автотранспорта, были придуманы весы взвешивания. Такая система не просто ограничивает свободу грузоперевозчикам и взимает штрафы, а побуждает участников дорожного движения к безопасному вождению и способствует соблюдению правил дорожного движения. Любой автотранспорт можно взвесить двумя разными способами: статикой и динамикой. Эти виды взвешивания допустимы законодательством.

Взвешивание статикой производится на автомобильных весах исключительно с полным заездом на весовую платформу. Такие весы нужны для измерения общего веса транспортного средства и показывают наибольшую точность по сравнению с любыми другими весами. Точность взвешивания – в пределах погрешности весов. Взвешивание динамикой представляет собой небольшую весовую платформу, которая монтируется в фундамент. Весовая платформа устанавливается на прямом и ровном участке дороги на одном уровне с проезжей частью. Габаритная величина весовой платформы в направлении движения автотранспорта должна быть достаточной для измерения меняющейся во время движения осевой нагрузки, в то же время её величина должна исключать возможность наезда на платформу одновременно двух осей взвешиваемого транспортного средства.

Основная задача системы: собрать щит управления для взаимодействия с весами контроля автотранспорта, обеспечения контроля средства взвешивания, фиксации камер, вывод результата взвешива-

ния для водителя, информацию с фотоэлектрических датчиков и питание световых индикаторов.

Система организации движения и идентификации транспортных средств (СОДИ ТС) предназначена для автоматизации взвешивания автотранспорта, уменьшения влияния человеческого фактора и повышения степени контроля за процессом взвешивания на автомобильных весах. Система позволяет значительно расширить стандартный набор функций автомобильных весов. Структурная схема взвешивания автотранспорта изображена на рис. 1.

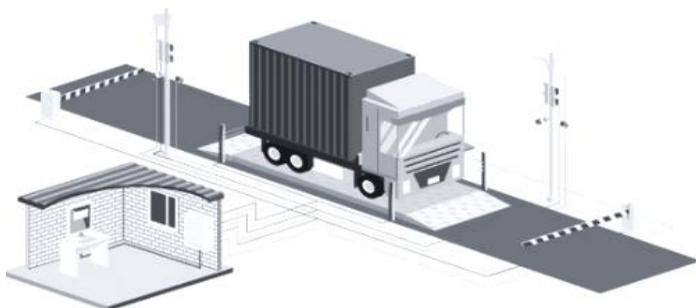


Рис. 1. Структурная схема взвешивания автотранспорта

Первоначально для взвешивания транспорта определяется состояние платформы, которая взвешивает автомобиль. Главное, чтобы все показатели были равны нулю, чтобы не было погрешностей при самом процессе считывания веса транспорта. А чтобы автомобиль не заехал на платформу раньше времени, установлен красный сигнал светофора. Когда индикатор загорается зеленым, тогда транспорту разрешается заехать. При заезде на весы фотоэлектрический датчик считывает количество осей, которое имеет автомобиль. Также помимо фотоэлектрических датчиков есть еще и тензодатчики, которые выполняют такую же функцию, установлены в самой платформе. После взвешивания автотранспорта вся информация передается на компьютер. Программное обеспечение, которое используется на компьютере, показывает всю информацию, а это количество осей, используемое транспортом, считывание веса автомобиля, возможность работы с IP-камерами, которые считывают государственный номер транспорта, позволяет подключать системы автоматики (светофоры) и управлять ими. Когда данные о транспорте записались, на выезде загорается зеленый сигнал светофора, информирующий о том, что выезд разрешен. Перед выездом стоят еще фотоэлектрические датчики, которые также считывают количество осей у транспорта. Сделано это для того, что-

бы водитель автотранспорта не обманывал систему и заезжал на платформу всей осью автомобиля, а не частично.

При создании такой системы учитываются индивидуальные потребности организации. Главным атрибутом являются автомобильные весы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП: метод. пособие. – Кн. 1. – СПб.: ДЕАН, 2009. – 483 с.

2. Компания ТЕНЗО М. Весоизмерительная техника [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tenso-m.ru/> (дата обращения: 01.03.2022).

УДК 681.5

### ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБМЕНА ДАННЫМИ ПО ОСНОВНЫМ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРОТОКОЛАМ С УСТРОЙСТВАМИ СРЕДНЕГО УРОВНЯ

*А.С. Мнацаканян, В.А. Горячев, студенты каф. КСУП*

*Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, hnu@ksup.tusur.ru*

Описывается этап изучения процессов обмена данными по основным промышленным протоколам с устройствами среднего уровня.

**Ключевые слова:** OSI, АСУТП, протоколы, уровни АСУТП, SCADA-системы.

На сегодняшний день в системах автоматизации в ходе улучшения систем производства часто встречается задача по формированию промышленных распределенных сетей с внедрением более гибких протоколов для передачи данных.

Для классификации сетевых протоколов обширно распространена система теоретической модели OSI [1]. Сетевые протоколы можно разбить на семь уровней согласно данной классификационной модели. Уровни расставлены один за другим от физического уровня до прикладного уровня, все зависит от задач и функционала. Формирование и идентификация сигналов происходит на физическом уровне, а на прикладном находятся API-протоколы, они используются для передачи данных между приложениями. Соединение уровней может происходить с помощью как интерфейсов, так и общего протокола.

Данные, передаваемые по протоколам, разбиты на фрагменты данных (далее – кадры). Они формируются в шестнадцатеричной

форме, что усложняет работу и понимание, ограничивая возможности для неподготовленных пользователей.

Целью данного исследования является изучение процессов обмена данными по основным промышленным протоколам с устройствами среднего уровня для дальнейшего решения проблемы автоматизированного разбора кадров в протоколе с помощью программы-анализатора. Для её достижения были изучены: уровни АСУТП; промышленные протоколы, в частности, протокол Modbus TCP/IP; понятие кадра и формирование их в протоколе.

Современные системы автоматизированного управления позволяют объединять высокие технологии и интегрировать их в промышленность, создавая симбиоз. Основной функционал состоит из: сбора данных, поддержки получаемых параметров, блокировки возникающих ошибок и защиты от аварийных ситуаций.

Уровень управления оборудованием, он же средний уровень (Control level). Это уровень программируемых логических контроллеров (ПЛК-PLC). Контроллер управляет исполнительными механизмами, зная информацию о состоянии производственного технологического процесса с датчиков или любого другого контрольно-измерительного оборудования.

Запуск и отключение оборудования, управление и организация, это все задачи среднего уровня АСУТП, кроме этого, здесь также происходит хранение и обработка информации, поступающей с нижних уровней. На основе полученных данных контроллеры формируют сигналы и отправляют их на высшие подсистемы. В задачи также входит изменение конфигурации локальных подсистем, подробная диагностика и создание защиты от сбоев.

Сети, с помощью которых осуществляется передача данных и команд управления, являются важнейшим элементом автоматизированных систем управления. Для формирования промышленно-технических сетей в АСУТП применяются сетевые протоколы и интерфейсы передачи данных. Протоколы разрабатываются под различные требования и особенности технических систем производства, которые необходимо обязательно учитывать, в совокупности они дают точность передачи данных и гарантируют безопасное соединение между устройствами. Для обмена данными между PLC, исполнительными механизмами и датчиками обязательно необходимы сети и протоколы, они нужны для калибровки оборудования, корректировки питания и создания связи между нижним и верхним уровнями АСУТП.

В АСУТП нижний и средний уровни связываются «полевой шиной», сетью, которая обеспечивает доставку пакетов за определенное время. Данная технология создает так называемую Distributed Control System, или «Распределенную систему управления». PCY осуществляет работу в режиме реального времени. Приложения, расположенные на верхнем уровне, как правило, не требуют работы в данном режиме, поэтому устройства контактируют между собой с помощью сети Ethernet. Ethernet позволяет легко объединяться с системами управления предприятия, позволяя отправлять собранные производственные данные в базы данных предприятия.

В сетях, созданных на основе технологии Ethernet, в качестве основы передачи данных используется протокол Modbus TCP. Для обмена информацией по протоколу используется имеющийся в локальных сетях протокол TCP/IP, вместе с ним передаются пакеты ADU (Application Data Unit). Формат кадра ADU представлен в таблице.

**Формат кадра ADU**

ID-транзакции, байт	ID-протокол, байт	Длина пакета, байт	Адрес ведомого устройства, байт	Кадр PDU, байт
2	2	2	1	<=253

В таблице ID-транзакции служат для сопряжения сообщений между сервером и клиентом; ID-протокол – для MODBUS соответственно будет равен 0; длина пакета – младший и старший байты длины последующей за этой частью отрезка пакета; адрес ведомого устройства – адрес устройства, к которому отправили запрос. Для синхронизации соединения требуется настройка ролей – ведомое устройство необходимо сконфигурировать как TCP-сервер с открытым в сеть TCP-портом, а ведущее устройство как TCP-клиент. Сервер бездейственно ждет прихода пакетов на настроенный порт для синхронизации соединения и последующего обмена данными. Клиент соединяется с TCP-сервером по предварительно обговоренному IP-адресу и TCP-порту. После этого клиент циклично расспрашивает ведомое устройство и отправляет в этом цикле ADU-кадры запросов, получая ответы и выводя необходимую из них информацию на экран.

Дальнейшая работа будет представлять собой создание программы-анализатора, целью которой будет получение данных, поступающих со SCADA-системы компании ЭлеСи – Integrtу SCADA[2] по протоколу Modbus TCP/IP. Инструмент необходим для чтения и анализа данных, проведения исследований протокола, нахождения проблем в работе и выяснения причины этих проблем. Предполагаемая среда разработки – QtCreator, язык программирования – C++.

Integrity SCADA – отечественный высокотехнологичный программно-инструментальный кроссплатформенный комплекс по созданию автоматизированных систем управления технологическими процессами. Данное исследование актуально, так как на данный момент на отечественном рынке не существует аналогов такого рода программы-анализатора. Инструмент необходим для чтения и анализа данных, проведения исследований протоколов, а также чтобы находить проблемы в работе и выяснять причины этих проблем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Структура современной АСУТП, ее функции и основные разновидности [Электронный ресурс]. – URL: <http://mc-plc.ru/asu/asu-tp.htm> (дата обращения: 14.02.2022).
2. Integrity SCADA [Электронный ресурс]. – URL: <http://elesy.ru/integrity-scada.aspx> (дата обращения: 15.02.2022).
3. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учеб. для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.

УДК 519.163

### АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ КОМБИНАТОРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ

*А.В. Токарева, аспирант каф. ТЭО*

*г. Томск, ТУСУР, [alina.v.tokareva@tusur.ru](mailto:alina.v.tokareva@tusur.ru)*

*Научный руководитель Д.В. Кручинин, доцент, к.ф.-м.н.*

*г. Томск, ТУСУР, [kdv@keva.tusur.ru](mailto:kdv@keva.tusur.ru)*

Актуальным направлением исследования в области дискретной математики и информатики является комбинаторная генерация. В данной статье рассматриваются исследования в области разработки и алгоритмов комбинаторной генерации для решения прикладных задач в разных областях, в том числе образовательных технологий.

**Ключевые слова:** комбинаторика, алгоритмы, комбинаторная генерация, образование.

Комбинаторное множество – это конечное множество, элементы которого имеют определённую структуру и для построения элементов данного множества применяется ряд правил [1].

В работе американского учёного Кнута «Искусство программирования» уделено внимание методам разработки комбинаторных алгоритмов, благодаря которым возможна работа с элементами того или иного комбинаторного множества с последующим применением их в

прикладных задачах. Так, осуществление операций ранжирования и генерации элементов представляется возможным с использованием алгоритмов Rank и Unrank [2]. Эти алгоритмы позволяют получить доступ к произвольному элементу множества, при этом затратив меньше временных ресурсов и памяти.

В настоящее время комбинаторная генерация является актуальным направлением исследований в области информатики и дискретной математики. Поэтому перед исследователями поставлена важная задача для полноценной реализации комбинаторных алгоритмов: поиск области применения на различные комбинаторные множества.

Одной из областей применения и разработки комбинаторных алгоритмов являются образовательные технологии. Особо значимым и актуальным внедрение комбинаторных алгоритмов стало в период пандемии, когда возникла необходимость перехода на дистанционное обучение. Используя алгоритмы комбинаторной генерации в области образовательных технологий, возможно генерировать образовательный контент, тестовые задания для оценивания знаний обучающихся.

Целью данной работы является анализ современного состояния в области разработки и применения алгоритмов комбинаторной генерации за последние 10 лет для дальнейшей постановки задач исследования.

За последнее десятилетие отмечается увеличение количества исследований, посвященных разработке новых и модернизации существующих алгоритмов комбинаторной генерации. Существующие на данный момент алгоритмы применяются для решения разнообразных прикладных задач.

В статье [3] рассматривается FCA-метод (Formal Concept Analysis) для подготовки вопросов в системе электронного обучения. В качестве входных данных выделяется набор вопросов, помеченных атрибутами и функциями, на основе которых создаётся иерархия в виде ациклического графа. Созданный формальный контент FCA автоматически анализирует и генерирует выходные данные, которые на заключительном этапе представляются в виде вариантов тестовых заданий.

В исследованиях [4] предлагается метод представления тестового задания с помощью деревьев И/ИЛИ, а также его синтаксическое описание для информационных систем. Для этого автор представляет исходное комбинаторное множество в виде дерева И/ИЛИ и разбивает текст задания на фрагменты, которые в дальнейшем разбиваются на постоянные и переменные узлы. Для дальнейшей реализации исполь-

зуется язык программирования GIL – Generation and Identification Language (язык генерации и нумерации).

Стоит отметить применение комбинаторных алгоритмов генерации и в других областях, одной из таких является тестирование программного обеспечения. В работе [5] предлагается подход нацеленной генерации данных для тестирования ETL-приложений, цель которых – хранение и обработка большого массива данных. Данный подход нацеленной генерации реализует предложенную в ИСП РАН технологию разработки тестов UniTESK, которая основывается на использовании формальной модели тестируемой системы. Сам подход состоит из нескольких этапов: систематизация требований к тестируемой системе, их формализация, формулирование критерия покрытия и сама генерация.

Разработка и применение комбинаторных алгоритмов актуальны в естественных науках, таких как биоинформатика. Можно выделить работу со структурами РНК и ДНК. Например, с помощью алгоритмов выравнивания, которые возвращают оценку сходства, можно сравнить неизвестные участки РНК с известными [6]. Для генерации авторы статьи предлагают использовать статистически случайные последовательности, а для их генерации соответствующие задаче комбинаторные множества.

В ходе анализа сделан вывод, что разработка и применение алгоритмов комбинаторной генерации в образовательных технологиях и ряде других областей позволяют решать задачи, связанные с генерацией контента.

Как показывает практика, алгоритмы комбинаторной генерации позволяют повысить эффективность в решении задач, где требуется ранжирование и генерация данных. Особенно это касается развивающегося сейчас направления работы с большими данными.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кручинин В.В. Методы, алгоритмы и программное обеспечение комбинаторной генерации: дис. ... д-ра техн. наук. – Томск, 2010. – 163 с.
2. Кнут Д.Э. Искусство программирования. – Т. 4, А: Комбинаторные алгоритмы, ч. 1. – М.: Вильямс, 2013. – 960 с.
3. Skopljanac-Macina F. Towards automated assessment generation in e-learning systems using combinatorial testing and formal concept analysis / F. Skopljanac-Macina, I. Zakarija, B. Blaskovic // IEEE Access. – 2021. – Vol. 9. – P. 52957–52976.
4. Зорин Ю.А. Использование алгоритмов комбинаторной генерации при построении генераторов тестовых заданий / Ю.А. Зорин // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2013. – Т. 6 (72). – С. 54–59.

5. Костычев Е.А. Нацеленная генерация данных для тестирования приложений над базами данных / Е.А. Костычев, В.А. Омельченко, С.В. Зеленов // Труды Института системного программирования РАН. – 2014. – Т. 20. – С. 253–268.

6. Seyedi-Tabaria E., Ahrabiana H., Nowzari-Dalinia A. A new algorithm for generation of different types of RNA // International Journal of Computer Mathematics. – 2010. – Vol. 87, Is. 6. – P. 1197–1207.

УДК 621.375.026

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ В РАБОЧЕМ РЕЖИМЕ**

***К.С. Жохов, аспирант каф. КСУП***

*Научный руководитель Т.В. Ганджа, проф. каф. КСУП, д.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, derpiend@gmail.com*

Представлено описание методики автоматизированного измерения рабочих параметров СВЧ-усилителя мощности в «горячем» режиме работы.

**Ключевые слова:** СВЧ, усилитель мощности, S-параметры, точка компрессии, коэффициент усиления, векторный анализатор цепей.

При разработке СВЧ-усилителей мощности стоит проблема определения параметра S22, так как его измерение при отсутствии сигнала на входе не имеет практического смысла [1]. В таком случае необходимо проводить измерения на выходе устройства при наличии на этом же выходе усиленного устройства радиосигнала, что исключает корректные измерения параметра S22. Параметр S22 крайне важен для оптимизации измерений и реализации коррекции рассогласования по выходу усилителя мощности.

Для реализации автоматического измерения корректных значений параметра S22 был использован разработанный ранее плагин для приложения SxVNA – AmplifierTest. Эта программа предназначена для автоматизации процесса калибровки измерительного стенда и последующего измерения точки компрессии СВЧ-усилителей мощности [2].

Для определения точки компрессии усилителя мощности в программе AmplifierTest использовался односигнальный измерительный стенд с одним генератором ВЧ-сигнала. При измерении параметра S22 сигнал с первого порта перестает подаваться, вместо этого сигнал подается на второй порт и, как следствие, испытываемое устройство не принимает никакого входного сигнала, что закладывает ошибку в ре-

зультаты измерения. Схема односигнального измерения усилителя представлена на рис. 1.

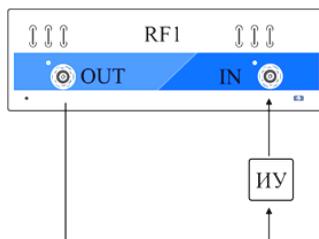


Рис. 1. Односигнальная схема измерения усилителя мощности

Для корректного измерения параметра  $S_{22}$  необходимо добавить дополнительный генератор ВЧ-сигнала, который будет нагружать усилитель во время проведения измерений. Добиться этого можно, добавив еще один векторный анализатор цепей и использовав один из его портов как выход нагруженного ВЧ-сигнала, либо использовать четырехпортовый векторный анализатор, в схему которого заложены два генератора ВЧ-сигнала. Измерительные макеты двухсигнальной схемы измерений представлены на рис. 2.

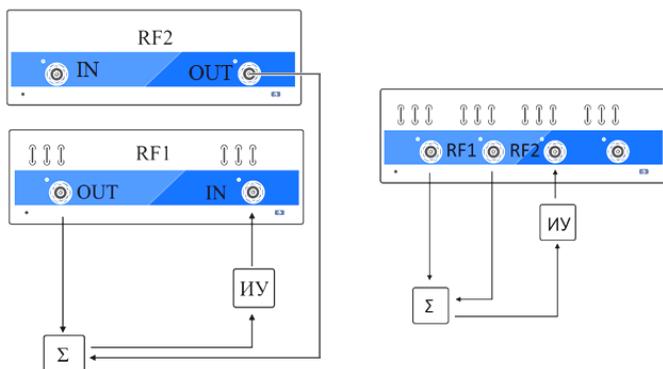


Рис. 2. Двухсигнальная схема измерения усилителя мощности

При горячем измерении  $S_{22}$  усилитель должен принимать входной сигнал на частоте  $f_1$ , подаваемый на первый порт. Параллельно выполняется измерение отражения по выходу усилителя на частоте  $f_2 = f_1 + \Delta f$ , мощность на тестовом порту значительно меньше, чем уровень измерительной мощности, обычно  $P_2 = P_{\text{вых}} - 30$  дБ. Чтобы гарантировать достаточное разделение сигналов, частотный промежуток  $\Delta f$  должен быть в три-пять раз превышать уровень полосы про-

пускания по ПЧ. Отстройка по частоте определяется как характеристиками тестируемого устройства, так и возможностями анализатора цепей [3].

Были проведены измерения точки компрессии и максимальной выходной мощности СВЧ-усилителя SAC3917 на диапазоне частот 4–14 ГГц, результаты представлены на рис. 3.

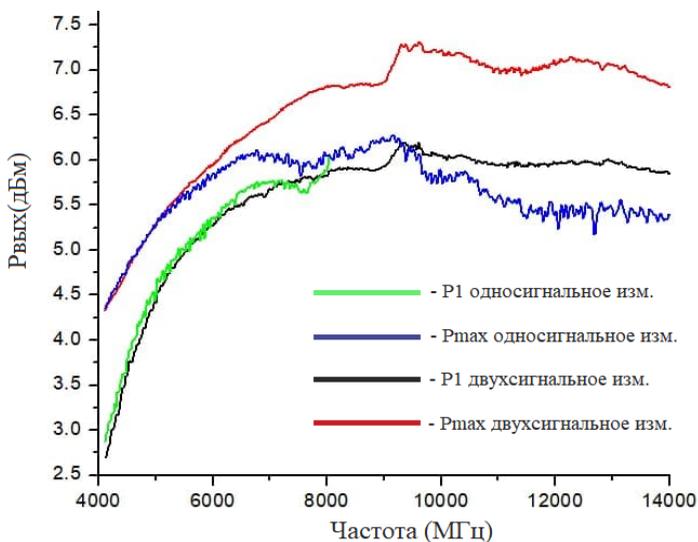


Рис. 3. Сравнение односигнальной и двухсигнальной схем измерения

Из полученных результатов следует, что измерение параметра S<sub>22</sub> в «горячем» режиме работы усилителя позволило избавиться от излишней зашумлённости трасс точки компрессии (P<sub>1</sub>) и максимальной выходной мощности (P<sub>max</sub>) на всем диапазоне частот. Также двухсигнальная схема измерения позволяет производить измерения на более высоких значениях частоты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хибель М. Основы векторного анализа цепей / пер. с англ. С.М. Смольского; под ред. У. Филипп. – М.: Изд. дом МЭИ, 2018. – С. 211–235.
2. Дансмор Д.П. Измерения параметров СВЧ-устройств с использованием передовых методик векторного анализа цепей. – М.: Техносфера, 2018. – 736 с.
3. Данилин А.А. Измерения в технике СВЧ: учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2008. – 184 с.

## **ПОДСЕКЦИЯ 3.4**

### **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ**

*Председатель – Ходашинский И.А., проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.;  
зам. председателя – Сарин К.С., доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.*

УДК 004.021

#### **СРАВНЕНИЕ БАЗ ДАННЫХ АРАБСКОЙ РЕЧИ**

*А.Я. Аль-Азави, А.Д. Алишаби, М.М. Аль-Ани, аспиранты  
Научный руководитель А.А. Конев, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, al-azzawi@fb.tusur.ru*

Технология распознавания речи достигла большого прогресса. У нее есть эффективные попытки придумать различные приложения, которые важны для будущего. К таким технологиям относятся: определение говорящего, кодирование речи, синтез речи и распознавание речи. Арабский язык является одним из основных языков в мире. К сожалению, было проведено не так много исследований в области систем распознавания арабской речи. Поэтому в этой статье рассматриваются особенности существующих баз данных, предназначенных для исследований арабской речи.

**Ключевые слова:** речевой корпус, фонетика, распознавание арабской речи.

Последнее десятилетие стало свидетелем значительного прогресса в технологии распознавания речи, что в сочетании с увеличением вычислительной мощности и емкости памяти привело к появлению на рынке множества коммерческих продуктов. Распознавание речи – это способность машины или программы идентифицировать слова и фразы в разговорной речи и преобразовывать их в машиночитаемый формат. Для распознавания речи необходимо проводить предобработку речевых сигналов. Пример программного комплекса для подобной предобработки представлен в [1].

Арабский язык является крупнейшим из семитских языков по количеству носителей. Также он является четвертым по количеству носителей первого языка, так как около 300 млн человек используют арабский язык в качестве своего первого родного языка. Было предпринято много серьезных усилий для разработки систем распознава-

ния арабской речи. Многие аспекты арабского языка, такие как фонология и синтаксис, не представляют больших проблем для идентификации диктора [2]. Но по автоматическому распознаванию речи исследований на основе арабского языка не так много. Одними из ключевых моментов при разработке систем распознавания речи являются речевые базы данных. Таким образом, основной задачей в рамках исследования является сравнение баз данных арабской речи.

**Результаты работы.** Международный фонетический алфавит (МФА) для каждой фонемы описывает типовое произношение, хотя полным это описание не является. Например, фарингеальный звонкий фрикативный звук / ʕ/ хотя и характеризуется как «фрикативный» в МФА, имеет различное произношение в арабском языке, начиная от аппроксимации до остановки. В табл. 1 показаны МФА для каждой фонемы и соответствующего арабского письма [3].

Таблица 1

**Символы МФА для арабских фонем**

Арабская стенограмма	МФА	Арабская стенограмма	МФА	Арабская стенограмма	МФА	Арабская стенограмма	МФА
ء	/ʔ/	د	/d/	ض	/dʒ/	ق	/q/
ب	/b/	ذ	/ð/	ط	/tʃ/	ل	/l/
ت	/t/	ر	/r/	ظ	/ðʒ/	م	/m/
ث	/θ/	ز	/z/	ع	/ʕ/	ن	/n/
ج	/ʒ/	س	/s/	غ	/ɣ/	و	/w/
ح	/ħ/	ش	/ʃ/	ف	/f/	هـ	/h/
خ	/x/	ص	/sʒ/	ك	/k/	ق	/j/

Наборы речевых данных являются важным компонентом исследований в области распознавания речи и разработки систем для их обработки. Автоматическая система распознавания речи/диктора может быть успешно реализована в настоящее время только в том случае, если она разработана с использованием универсальных и актуальных наборов данных. Без надлежащих наборов речевых данных исследования, связанные с обработкой речи, не могут быть продолжены. Существует множество речевых данных на основных языках, таких как английский, испанский, немецкий, японский, китайский и т.д. Эти наборы данных богаты с точки зрения количества говорящих, количества речи, вариативности говорящих и текстов, среды и каналов передачи. Однако наборов речевых данных арабской речи немного и большинство из них являются частными. Следовательно, существует потребность в общедоступных всеобъемлющих наборах дан-

ных арабской речи. Таблица 2 представляет собой сводку баз данных арабской речи, включая основные характеристики – количество дикторов, диалект, особенности процесса записи сигналов [4].

Т а б л и ц а 2

**Сравнение доступных баз данных арабской речи**

Наборы данных	Дикторы	Диалект	Канал	Окружающая обстановка
SAAVB	1033	Саудовская Аравия	Телефон (стационарный и мобильный)	Крытый, открытый, автомобиль
ALGASD	300	Алжир	Микрофон, 1 канал	–
Egyptian Arabic Speecon	550 (взрослые) 50 (дети)	Египет	Микрофон, 4 канала	Офис, автомобиль, общественное место
OrienTel Tunisia MCA	792	Тунис	Телефон (стационарный и мобильный)	–
A-Speech DB	205	–	Микрофон	Офис
Global Phone Arabic	78	Тунис, Палестина, Иордания	Микрофон	–

**Заключение.** В литературе утверждается, что основными причинами отсутствия исследований является то, что нет больших баз данных арабской речи, а также из-за арабской фонетики. В источниках также отмечается, что влияние местного контекста рассматривается как одна из основных проблем, с которыми сталкивается обработка арабского языка. Этот локальный контекст вызывает заметные изменения в фонетической модели данного текста, что, в свою очередь, приводит к неправильной классификации механизма распознавания. Для исследования параметров звуков арабской речи необходимо определить подходящий набор данных. На основе сравнения более предпочтительной для анализа параметров сигнала является база ALGASD.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Конев А.А. Модель и алгоритмы анализа и сегментации речевого сигнала: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2007. – 20 с.
2. Alsulaiman M., Mahmood A., Muhammad G. Speaker recognition based on Arabic phonemes // Speech Communication. – 2017. – Vol. 86. – P. 42–51.
3. Al-Anzi F., AbuZeina D. Literature survey of Arabic speech recognition // International Conference on Computing Sciences and Engineering (ICCSE). – 2018. – P. 1–6.
4. Alsulaiman M. et al. KSU Speech Database: Text Selection, recording and Verification // European Modelling Symposium. – 2013.

## **СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ НА НАБОРАХ ДАННЫХ ПО ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*И.А. Кривошеин, А.А. Боровской, студенты каф. БИС*

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.*

*Проект ГПО КИБЭВС-1705. Нечёткие системы*

*г. Томск, ТУСУР, krivoshein\_ilya@mail.ru*

Одна из самых распространенных проблем при анализе данных – это классификация. Предлагается провести классификацию с помощью различных методов машинного обучения на наборах данных, связанных с информационной безопасностью. Актуальность данной работы состоит в необходимости поиска и обработки современных наборов данных для их использования в различных моделях классификации в рамках научной деятельности на кафедре КИБЭВС.

**Ключевые слова:** машинное обучение, классификация, нечёткий классификатор.

Целью этой работы является сравнение по значениям точности различных методов машинного обучения для решения задач классификации в информационной безопасности. В работе будут рассмотрены такие методы машинного обучения, как дерево решений, градиентный бустинг и нечеткий классификатор, построенный на основе поведения колонии императорских пингвинов.

Для поиска наборов данных был задействован информационный ресурс Kaggle. В рамках данной работы рассматриваются 10 наборов данных: Набор данных для классификации злокачественного ПО в ОС Android (PermsYerima) (1). Набор данных для классификации злокачественного ПО в ОС Android Urcuqui (2). Набор данных для классификации интернет-трафика «DoHBrw-2020» (3). Набор данных для классификации интернет-трафика «IDS2018» (4). Набор данных для классификации IoT-устройств в сети (включая вредоносные) «Tsukerman» (5). Набор данных для классификации интернет-трафика «ISDFS2018» (6). Набор данных для классификации веб-сайтов на предмет фишинга «Salima» (7) Набор данных для классификации электронной почты на предмет спама «Biswas» (8). Набор данных для классификации электронной почты на предмет спама (SpamSharma) (9). Набор данных для классификации интернет-трафика «UNSW-NB15» (10).

Большинство существующих алгоритмов классификации, основанных на методах машинного обучения, работает по принципу «черного ящика». В результатах, полученных при их использовании, невозможно явно выделить закономерности, согласно которым проис-

ходит отнесение объекта к тому или иному классу [1]. Нечеткий классификатор лишен такого недостатка и отличается высокой интерпретируемостью результатов. Однако у нечеткого классификатора тоже есть слабые места. Согласно теореме о «бесплатных завтраках» (No Free Lunch) [2], не существует такого алгоритма, который был бы пригоден для оптимального решения на любом наборе данных.

Главным принципом, на котором строится построение нечеткого классификатора, является описание предполагаемого кластера нечетким прототипом, размерность которого определена размерностью пространства исследуемых данных. Таким образом,  $i$ -й кластер определяется нечетким правилом следующего вида [3]:

$R_{ij}$ : ЕСЛИ  $x_1 = A_{1i}$  И  $x_2 = A_{2i}$  И  $x_3 = A_{3i}$  И ...  $x_n = A_{ni}$  ТО class =  $c_j$ , где  $A_{ki}$  – нечёткий терм, характеризующий  $k$ -й признак в  $i$ -м правиле,  $R$  – число правил.

Класс определяется по принципу «команда победителей получает все», качества классификации выражаются следующим образом:

$$\text{class} = c_{j^*}, \quad j^* = \arg \max \beta_j,$$

где  $\beta_j(x) = \sum_{R_{ij}} \prod_{k=1}^n \mu_{A_{ijk}}(x_k)$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ ;  $\mu(\cdot)$  – функция принадлежности нечёткого термина  $A$ .

Деревья решений по своей структуре образуются вершинами и листьями. Вершины, именуемые также узлами дерева? – это условия, согласно которым проверяется соответствие объекта некоторому атрибуту. Листья являются конечными, терминальными элементами деревьев и содержат значения (т.е. классы, иначе называемые найденными решениями) [4].

Градиентный бустинг – это один из наиболее популярных ансамблевых методов прогнозирования. К данным применяются сразу несколько моделей, называемых базовыми, а затем результат определяется в виде агрегирования полученных прогнозов [5]. В качестве базовых моделей при использовании метода градиентного бустинга, как правило, применяют деревья решений.

В рамках эксперимента было проведено 5 запусков каждого алгоритма. Также использовалась процедура десятикратной кросс-валидации. Усреднённые по 5 запускам результаты эксперимента приведены в таблице. НК – нечеткий классификатор, ДТ – дерево решений, GB – градиентный бустинг. Столбец «Наб.» заполнен согласно нумерации наборов данных, указанной при их описании.

К полученным данным был применен статистический критерий Уилкоксона. Было выяснено, что лучшим алгоритмом по значению ошибки на тестовой выборке является метод градиентного бустинга

(GB), а худшим – нечеткий классификатор. Вероятно, на выбранных наборах данных у рассматриваемого нечеткого классификатора недостаточно хорошо подобраны эмпирические значения параметров либо отбираются неинформативные признаки.

#### Результаты эксперимента

Наб.	НК		DT		GB	
	Точн. тр., %	Точн. тест, %	Точн. тр., %	Точн. тест, %	Точн. тр., %	Точн. тест, %
1	82,89	80,94	84,83	81,94	84,81	83,56
2	85,74	82,61	96,79	93,24	97,71	93,23
3	87,46	84,08	99,00	87,14	100,00	89,39
4	61,64	61,14	100,00	99,55	100,00	99,09
5	29,70	28,80	88,74	80,60	99,93	81,20
6	63,53	62,40	98,94	95,56	100,00	95,97
7	68,21	67,00	97,72	81,69	99,75	88,11
8	68,60	65,39	94,15	80,48	99,55	90,04
9	80,40	77,22	97,13	87,52	99,70	90,16
10	43,53	42,37	85,79	70,33	90,85	72,36

В будущем планируется продолжать работу по улучшению нечеткого классификатора и поиску наборов данных в области информационной безопасности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ходашинский И.А., Немирович-Данченко М.М., Самсонов С.С. Отбор признаков для нечёткого классификатора с использованием алгоритма паукообразных обезьян // Бизнес-информатика. – 2019. – Т. 13? № 2. – С. 29–42.
2. Wolpert D.H., Macready W.G. No free lunch theorems for optimization // IEEE Trans. Evol. Comput. – 1997. – No. 1 (1). – P. 67–82.
3. Hodashinsky I.A., Minina D.Y., Sarin K.S. Identification of the parameters of fuzzy approximators and classifiers based on the cuckoo search algorithm // Optoelectronics, Instrumentation and DP. – 2015. – Vol. 51. – P. 234–240.
4. Полин Я.А., Зудилова Т.В., Ананченко И.В., Войтюк Т.Е. Деревья решений в задачах классификации: особенности применения и методы повышения качества классификации // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 9. – С. 59–63.
5. Китов В.В. Исследование точности метода градиентного бустинга со случайными поворотами // Статистика и экономика. – 2016. – № 4. – С. 22–26.

## СОЗДАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ПРОВЕРКИ АКТУАЛЬНОСТИ ИНФОРМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЦЕННИКОВ

*П.Ю. Лаптев, С.А. Литовкин, студенты каф. БИС;*

*С.А. Давыденко, студент каф. КИБЭВС*

*Научный руководитель Е.Ю. Костюченко, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.*

*Проект КИБЭВС-1906. Машинное обучение*

*при биометрической аутентификации и атаки на него*

*г. Томск, ТУСУР, pavel.laptev.87@gmail.com*

Дано сравнение архитектур нейронных сетей для сегментации с целью выявления оптимальной для выделения сегментов на изображении с текстом. Рассмотрены архитектуры UNet, MobileNetV2, VGG16, YOLOv4-Tiny. В результате оптимальной архитектурой была выбрана YOLOv4-Tiny с показателем точности 96,92% и показателем F1-меры 0,61.

**Ключевые слова:** нейронная сеть, машинное обучение, сегментация, UNet, MobileNetV2, VGG16, YOLOv4-Tiny.

Целью проекта является выявление оптимальной архитектуры нейронной сети для сегментации. Выбранная архитектура будет использоваться в приложении для проверки актуальности данных на ценниках.



Рис. 1. Пример разметки изображений

Набор данных состоит из изображений ценников сети магазинов «Лента». Каждое изображение имеет размер 512×512 пикселей, а также разметку следующих сегментов: Description, Barcode, Rub, Kop, Rub\_card, Kop\_card. Пример разметки изображений приведён на рис. 1.

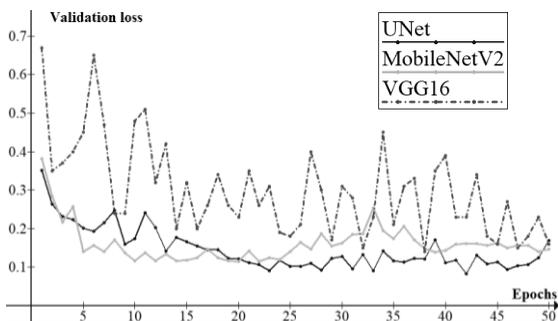
В качестве рассматриваемых архитектур были выбраны: UNet [1], MobileNetV2 [2], VGG16 [3], YOLOv4-Tiny [4]. Каждая из рассматриваемых архитектур обучалась со следующими параметрами:

– UNet: функция потерь – кроссэнтропия, оптимизатор – Adam, батч-размер – 5 изображений, количество итераций на эпоху – 12.

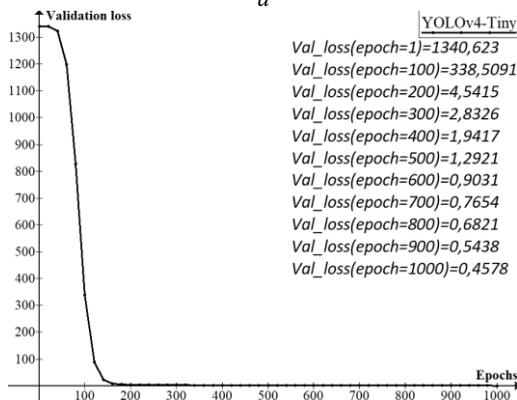
– MobileNetV2: функция потерь – кроссэнтропия, оптимизатор – Adam, батч-размер – 5 изображений, количество итераций на эпоху – 12.

– VGG16: функция потерь – mean squared error (MSE), оптимизатор – Adagrad, батч-размер – 5 изображений, количество итераций на эпоху – 12.

– YOLOv4-Tiny: функция потерь – complete intersection over Union (CIoU), оптимизатор – stochastic gradient descent (SGD), батч-размер – 64 изображений, количество итераций на эпоху – 24.



а



б

Рис. 2. Распределение функции потерь:  $\alpha$  – UNet, MobileNetV2, VGG16;  $\beta$  – YOLOv4-Tiny

Обучение для моделей UNet, MobileNetV2 и VGG16 происходило на протяжении 50 эпох за счёт большого градиентного шага. Модель YOLOv4-Tiny из-за малого градиентного шага обучалась на 1 000 эпохах, чтобы добиться сопоставимых результатов. Графики распределения функций потерь при обучении представлены на рис. 2.

Полученные в результате работы точности представлены в таблице.

#### Результаты работы нейронных сетей

	UNet	MobileNetV2	VGG16	YOLOv4-Tiny
Кроссвалидационная точность	92,12%	78,56%	83,72%	96,92%
F1-мера	0,38	0,32	0,58	0,61

Дальнейшая работа направлена на использование полученных результатов для разработки программного обеспечения, предназначенного для автоматизированной проверки данных на ценниках. Также поскольку при разработке приложения планируется передача данных с сервера на личные устройства, необходимо учитывать аспекты информационной безопасности [5].

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках базовой части государственного задания ТУСУРа на 2020–2022 гг. (проект No FEWM-2020-0037).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Weng Y. et al. Nas-unet: Neural architecture search for medical image segmentation // I IEEE Access. – 2019. – Vol. 7. – P. 44247–44257.
2. Seidaliyeva U. et al. Real-time and accurate drone detection in a video with a static background // Sensors. – 2020. – Vol. 20, № 14. – P. 3856.
3. Simonyan K., Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition // arXiv preprint arXiv:1409.1556. – 2014.
4. Abdurahman F., Fante K. A., Aliy M. Malaria parasite detection in thick blood smear microscopic images using modified YOLOV3 and YOLOV4 models // BMC bioinformatics. – 2021. – Vol. 22, № 1. – P. 1–17.
5. Shelupanov A. et al. Information Security Methods–Modern Research Directions // Symmetry. – 2019. – Vol. 11, № 2. – P. 150.

УДК 004.021

#### МЕТАЭВРИСТИКА LION ALGORITHM ДЛЯ ПОИСКА МИНИМУМА МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

*А.В. Герасимов, студент каф. БИС*

*Научный руководитель М.Б. Бардамова, ст. преп. каф. КИБЭВС  
г. Томск, ТУСУР, marksman2010@mail.ru*

Проводится исследование эффективности Lion Algorithm (LA), который основан на социальном поведении львов, он относится к генетическим алгоритмам. LA протестирован на семи функциях, а затем произведено сравнение результатов с двумя алгоритмами-аналогами.

**Ключевые слова:** алгоритм оптимизации, метаэвристики, lion algorithm, оптимизация математических функций/

Метаэвристики – независимые от предметной области алгоритмы, которые могут быть применены к широкому кругу задач оптимизации [1].

Цель работы – исследование эффективности метаэвристики Lion Algorithm (LA) для нахождения минимума математических функций.

**Обзор алгоритма.** Алгоритм состоит из шести этапов: генерация прайда, оценка плодовитости, спаривание, территориальная защита, захват территории, остановка [2].

В соответствии с определением прайда [2] и целевой функцией (1), прайд инициализируется территориальным львом  $X^{\text{male}}$ , его львицей  $X^{\text{female}}$  и кочевым львом  $X^{\text{nomad}}$ .

В последовательном процессе алгоритма льва каждый территориальный лев и львица начинают стареть или иногда становятся бесплодными. Это делает льва отстающим либо в борьбе за выживание, либо в захвате территории.

Если  $S_T$  – оценка фертильности (sterility gate), число, которое задается как 0, а затем, после спаривания, увеличивается на единицу, превышает допустимое значение  $S_T^{\text{max}}$ , то самка  $X^{\text{female}}$  подвергается обновлению и заменяется на  $X^{\text{female+}}$ , как показано в уравнении (2).

$$X^{\text{optimal}} = \arg \min_{x_i \in (x_i^{\text{max}}, x_i^{\text{min}})} f(x_1, x_2, \dots, x_n); \quad n \geq 1, \quad (1)$$

$$X_l^{\text{female+}} = \left[ X_l^{\text{female}} (0, 1r_2 - 0, 05) \left( X_l^{\text{male}} - r_1 X_l^{\text{female}} \right) \right]. \quad (2)$$

Бродячий лев генерируется с помощью мутации.

Выполняя кроссинговер,  $X^{\text{male}}$  и  $X^{\text{female}}$  рожают четырех детенышей.

Эти четыре детеныша в дальнейшем подвергаются мутации для получения новых четырех детенышей. В дальнейшем эти восемь детенышей делятся на  $X^{\text{m\_cubs}}$  и  $X^{\text{f\_cubs}}$ .

Выполнение алгоритма завершается, когда выполняется хотя бы один из критериев останова – это либо предельное количество итераций, либо достижение порога погрешности (3):

$$\left| f(X^{\text{male}}) - f(X^{\text{optimal}}) \right| \leq e_T, \quad (3)$$

где  $e_T$  – порог погрешности (error threshold).

**Реализация и исследование эффективности.** Для реализации LA была написана программа на языке Python с использованием биб-

лиотеки NumPy. Для проверки эффективности применялись математические функции [3], приведенные в табл. 1.

Таблица 1

**Описание математических функций**

Функция	Dim	Range	fmin
$f_1(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2$	30	[-100; 100]	0
$f_2(x) = \max_i \{ x_i , 1 \leq i \leq n\}$	30	[-100; 100]	0
$f_3(x) = \sum_{i=1}^n ([x_i + 0.5])^2$	30	[-100; 100]	0
$f_4 = 1 + \frac{1}{4000} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \prod_{i=1}^n \cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right)$	30	[-600; 600]	0
$f_5 = 10n + \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i))$	30	[-5, 12; 5, 12]	0
$f_6(x) = 4x_1^2 - 2.1x_1^4 + \frac{1}{3}x_1^6 + x_1x_2 - 4x_2^2 + 4x_2^4$	2	[-5; 5]	-1,0316
$f_7 = \left[1 + (x_1 + x_2 + 1)\left(19 - 14x_1 + 3x_1^2 - 14x_2 + 6x_1x_2 + 3x_2^2\right)\right] \times \left[30 + (2x_1 - 3x_2)\left(18 - 32x_1 + 12x_1^2 + 48x_2 - 36x_1x_2 + 27x_2^2\right)\right]$	2	[-2; 2]	3

Сравнение производилось с двумя алгоритмами: Particle swarm optimization (PSO) и genetic algorithm (GA), с параметрами: запусков – 30, размерность вектора – 2 или 30 в зависимости от функции. Для LA популяция не задавалась, для PSO и GA начальная популяция 30, итераций 500.

В результате эксперимента получены данные. Значения, с которыми производится сравнение, были взяты из [4]. Результаты сравнения приведены в табл. 2.

**Заключение.** Проверка эффективности была выполнена на 7 функциях, 3 алгоритма было сравнено. В 4 из 5 он выдал наилучший результат, еще в 2 достиг минимума. Вывод по результатам проверки – алгоритм LA может применяться в задаче оптимизации функций.

В дальнейшем планируется применить алгоритм к задаче оптимизации параметров термов нечеткого классификатора.

## Результаты эксперимента

	Функция	LA	PSO	GA	fmin
$f_1$	Sphere	<b>7,92E-08</b>	1,63E-04	2,6846	0
$f_2$	Schwefel 2.22	<b>0,05714</b>	1,06	8,21	0
$f_3$	Step	0,09125	<b>2,9E-0,4</b>	1,98	0
$f_4$	Griewank	<b>2,96E-06</b>	7,00E-03	0,98	0
$f_5$	Rastrgin	<b>5,45E-03</b>	59,00	3,73	0
$f_6$	SixHump	<b>-1,0316</b>	<b>-1,0316</b>	<b>-1,0316</b>	-1,0316
$f_7$	Goldstein Price	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	3,00

## ЛИТЕРАТУРА

1. Sean L. Essentials of Metaheuristics. – Lulu, 2009. – 235 p.
2. Rajakumar B. R. Lion algorithm for standard and large-scale bilinear system identification: a global optimization based on lion's social behavior // 2014 IEEE congress evolutionary computation (CEC). – 2018. – P. 31–52.
3. Jamil M. A Literature Survey of Benchmark Functions for Global Optimization Problems / M. Jamil, X.-S. Yang // International Journal of Mathematical Modelling and Numerical Optimisation. – 2013. – Vol. 4, № 2. – P. 150–194.
4. Shadravan S. The Sailfish Optimizer: A novel nature-inspired metaheuristic algorithm for solving constrained engineering optimization problems / S. Shadravan, H.R. Naji, V.K. Bardsiri // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2019. – Vol. 80. – P. 20–34.

УДК 004.021

## НАХОЖДЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЗАДАНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ OSA

*М.А. Илюткин, студент каф. БИС*

*Научный руководитель М.Б. Бардамова, ст. преп. каф. КИБЭВС  
г. Томск, ТУСУР, [tax310750@gmail.com](mailto:tax310750@gmail.com)*

Рассматривается метаэвристика Owl search algorithm (OSA), основывающаяся на поведении сов во время охоты. OSA относится к популяционной метаэвристике и была выбрана для реализации в целях нахождения минимумов различных математических функций.

**Ключевые слова:** метаэвристика, Owl search algorithm, математическая функция, оптимизация.

Метаэвристики – это общие эвристики, позволяющие находить близкие к оптимальным решения различным задач оптимизации за приемлемое время. По сравнению с алгоритмами оптимизации и ите-

рациональными методами, метаэвристики не гарантируют, что глобально оптимальное решение может быть найдено для некоторого класса проблем.

Цель работы – исследование метаэвристики Owl search algorithm для нахождения минимума математических функций.

**Алгоритм поиска совы (OSA).** OSA – это вдохновленный природой метаэвристический алгоритм для решения задачи оптимизации, разработанный Mohit Jain. в 2018 г. [1–5]. Он имитирует охотничье поведение сипух, которые полагаются на свой слух, чтобы найти добычу (полевок) ночью, а не на зрение. Некоторые виды, такие как сипухи, развились с отчетливой анатомической особенностью слуховой системы с вертикальной асимметрией ушей. Благодаря этой особенности звук достигает одного уха раньше другого, и определяется местоположение добычи.

Подобно другим природным алгоритмам, основанным на популяциях, OSA начинает процесс оптимизации с начального набора случайных решений, которые представляют начальное положение сов в лесу ( $d$ -мерное пространство поиска). Также задается  $\beta$  – линейно убывающая константа от 1,9 до 0,  $\beta$  сначала вносит большие изменения и способствует освоению поискового пространства.

Происходит определение исходного местоположения каждой совы в лесу (1) [3].

$$O_{i,j} = O_L + \text{Rand}(0,1) \times (O_U - O_L), \quad (1)$$

где  $O_L$  и  $O_U$  – нижняя и верхняя границы соответственно  $i$ -й совы  $O_i$  в  $j$ -м измерении, а  $\text{Rand}(0, 1)$  – равномерно распределенное случайное число в диапазоне  $[0,1]$ .

После задания всех параметров определяется лучшая сова с помощью целевой функции для указанной задачи. В результате определяются лучшая и худшая совы, а также положение добычи (глобальный оптимум). Далее для каждой особи происходит расчет интенсивности и корректировка интенсивности в зависимости от расстояния до добычи. После этого рассчитывается новое положение для каждой совы (2):

$$O_i^{t+1} = \begin{cases} O_i^t + \beta \times Ic_i \times |\alpha V - O_i^t|, & \text{если } \rho_{vm} < 0,5; \\ O_i^t - \beta \times Ic_i \times |\alpha V - O_i^t|, & \text{если } \rho_{vm} \geq 0,5, \end{cases} \quad (2)$$

где  $P_{vm}$  – вероятность передвижения полевки,  $\alpha$  – равномерно распределенное случайное число в диапазоне  $[0, 0,5]$ , а  $\beta$  – линейно убывающая константа от 1,9 до 0.

**Проверка эффективности алгоритма.** Для проверки алгоритма OSA была написана программа на языке Python с использованием

библиотеки NumPy. Для проверки эффективности применялись математические функции из табл. 1.

Таблица 1

Математические функции			
Функция	Dim	Range	$f_{\min}$
$f_1(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2$	30	[-100, 100]	0
$f_2(x) = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^i x_j \right)^2$	30	[-100, 100]	0
$f_3(x) = \sum_{i=1}^{n-1} [100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2]$	30	[-30, 30]	0
$f_4(x) = \sum_{i=1}^n ([x_i + 0.5])^2$	30	[-100, 100]	0
$f_5(x) = \sum_{i=1}^n ix^4 + \text{random}[0, 1]$	30	[-1,28; 1,28]	0
$f_6(x) = \sum_{i=1}^n -x_i \sin\left(\sqrt{ x_i }\right)$	30	[-500, 500]	$-418 \times \text{Dim}$
$f_7(x) = \sum_{i=1}^n [x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i) + 10]$	30	[-5,12; 5,12]	0

Для сравнения были выбраны семь алгоритмов: GWO, SBO, ALO, PSO, SSA, GA, SFO с параметрами: запусков – 30, начальный размер популяции – 30, размерность вектора – 30. Для OSA использованы параметры:  $\beta = 1,9$ . В результате эксперимента получены данные, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Результаты эксперимента									
Функция	$f_{\min}$	OSA	SFO	GWO	SBO	ALO	PSO	SSA	GA
$f_1$	0	<b>1,54E-67</b>	9,57E-11	1,84E-27	9,57E-02	1,55E-03	1,63E-04	2,75E-07	2,68
$f_2$	0	<b>5,99E-55</b>	3,32E-12	8,44E-06	865,87	3321,87	86,96	1519,48	4566
$f_3$	0	3,03E-05	<b>6,77E-09</b>	27,21	162,56	355,68	92,71	148,98	270,83
$f_4$	0	2,03E-05	1,79E-06	0,72	0,09	0,25	2,90E-04	<b>9,26E-10</b>	1,98
$f_5$	0	0,001	<b>3,97E-05</b>	1,83E-03	0,16	0,25	0,16	0,0128	0,1
$f_6$	-12540	<b>-12246,87</b>	-4911,09	-5947,55	-5752,83	-5668,22	-4550,51	-2789,4	-10864
$f_7$	0	<b>0,0</b>	2,92E-09	2,14	49,45	79,63	59	16,75	3,73

**Заключение.** В результате проверки эффективности были сделаны выводы, что метаэвристика OSA показывает оптимальные или близкие к оптимальным значения на всех протестированных функциях, в 4 из 7 алгоритм показал лучшие результаты.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Owl search algorithm: A novel nature-inspired heuristic paradigm for global optimization / M. Jain, S. Maurya, A. Rani, V. Singh // Journal of Intelligent and Fuzzy Systems. – 2018. – Vol. 34. – P. 1573–1582.
2. A chaotic owl search algorithm based bilateral negotiation model / W.H. El-Ashmawi, D.S. Abd Elminaam, A.M. Nabil, E. Eldesouky // Ain Shams Engineering Journal. – 2020. – Vol. 11, № 4. – P. 1163–1178.
3. A new optimized configuration for capacity and operation improvement of CCHP system based on developed owl search algorithm / Y. Cao, Q. Wang, Z. Wang, K. Jermisittiparsert, M. Shafiee // Energy Reports. – 2020. – Vol. 6. – P. 315–324.
4. Farhan A.F. Maximum power point tracking technique using combined perturb & observe and owl search algorithms / A.F. Farhan, E.A. Feilat, A.S. Al-Salaymeh // In 2019 International Conference on Electrical and Computing Technologies and Applications. – IEEE. – 2019. – P. 4–8.
5. Providing a guaranteed power for the BTS in telecom tower based on improved balanced owl search algorithm / D. Li, L. Deng, Q. Su, Y. Song // Energy Reports. – 2020. – Vol. 6. – P. 297–307.

УДК 004.91

### ВЕРИФИКАЦИЯ АВТОРА НЕИЗВЕСТНОГО ТЕКСТА НА ОСНОВАНИИ СТИЛИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

*А.Ю. Кириличев, студент каф. КИБЭВС*

*Научный руководитель А.С. Романов, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, andreykirilichev@gmail.com*

Решается задача верификации автора неизвестного текста на основе метода одноклассовой машины опорных векторов (SVM). Достигнута достаточная точность идентификации автора 87%, при этом необходимо 2 000 слов авторского текста.

**Ключевые слова:** идентификация, атрибуция, верификация, классификация, стилометрия.

Задача верификации автора неизвестного текста является актуальной, т.к. с развитием информационных технологий появляются анонимные авторы, тексты которых могут нести вредоносный характер. Цель работы: решить задачу о верификации путем исследования авторских текстов. Суть задачи о верификации неизвестного текста состоит в том, чтобы понять, принадлежит ли неизвестный текст исследуемому автору [1].

**Анализ.** Тестовым набором является текст из 6 500 русскоязычных слов для каждого из авторов. Авторы [2] решали задачу верифи-

кации при помощи методов k-ближайших соседей, простейшего байесовского классификатора и логической регрессии. Были исследованы произведения Л.Н. Толстого и М. Горького. Для всех методов точность составила 87%. В источнике [3] авторы решали задачу верификации при помощи текстомайнинга. Были проанализированы произведения С.Д. Довлатова и В.П. Астафьева. Точность составила также 87%. Также авторы из приведенных источников подтверждают, что точность 87% является минимальной, при которой автор однозначно верифицирован.

**Описание методики.** Решение задачи верификации было сведено к составлению одноклассовой классификации. Суть одноклассовой классификации заключается в проверке принадлежности новых данных выделенному классу: для известного набора обучающей выборки производится поиск и выделение особенностей, на основании которых происходит построение класса, далее для тестового набора также производится выделение особенностей и происходит их сравнение с выделенными особенностями обучающей выборки: чем больше особенностей обучающей выборки совпало с тренировочным набором, тем выше точность принадлежности классу. Метод, реализующий одноклассовую классификацию, – одноклассовая машина опорных векторов. Метод исследует авторский стиль на его стилистические особенности при помощи классификации, токенизации текста и сравнения классифицированного и токенизированного текстов для верификации автора. Для метода одноклассовой машины опорных векторов была выполнена программная реализация с использованием следующих стилистических особенностей: частот использования прилагательных, глаголов и личных местоимений в тексте, слов, присущих данному автору, и расстановки знаков препинания. Такие стилистические особенности дают лучшие результаты при исследовании русских художественных текстов, которые являются богатыми описанными стилистическими особенностями [4].

Алгоритм работы одноклассовой машины опорных векторов:

- импорт обучающей выборки – текстов исследуемого автора;
- трансформирование обучающей выборки – приведение в необходимую форму;
- токенизация обучающей выборки – разбиение на составляющие;
- выделение особенностей и расчет их количества в токенизированном тексте;
- построение модели класса для обучающей выборки;
- выполнение предыдущих шагов для тестового набора – неизвестного текста исследуемого автора;

– расчет точности совпадения особенностей при сравнении классов обучающей выборки и тестового набора.

**Результаты.** Метод был проверен для десяти русскоязычных авторов. Были вычислены средние значения и получены графики зависимости точности от объема слов для обучающей выборки и для тестового набора. Доверительный интервал точности тестового набора составил примерно 1%, обучающей выборки – 2% (рис. 1, 2).

Был взят шаг для обучающей выборки 500 слов, для тестового набора – 25 слов. Достаточный объем обучающей выборки для верификации автора составил 4 тыс. слов, тестового набора – 100 слов: точность – 87%.

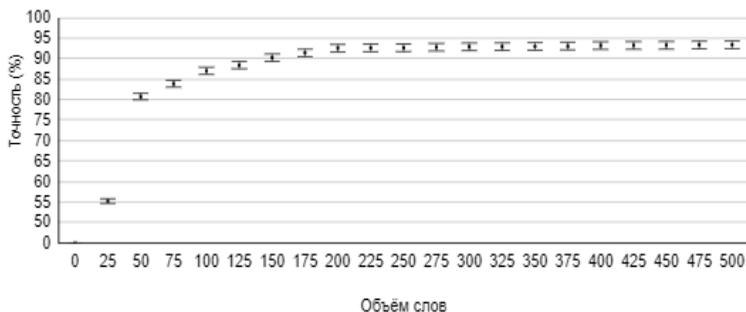


Рис. 1. График зависимости точности от объема слов обучающей выборки

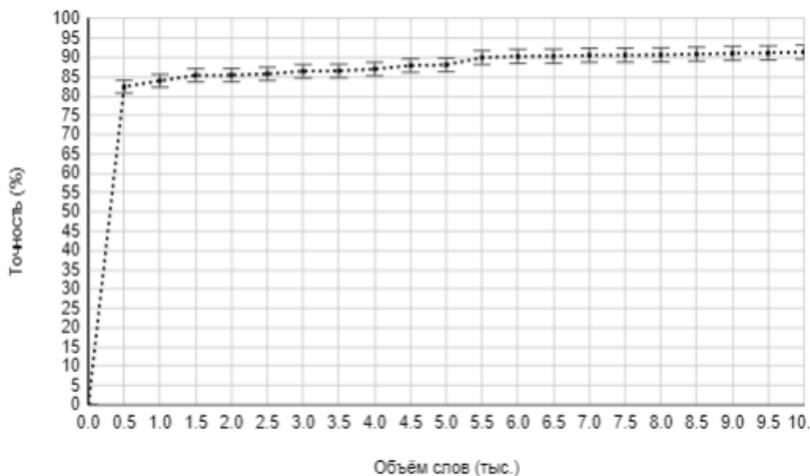


Рис. 2. График зависимости точности от объема слов тестового набора

## ЛИТЕРАТУРА

1. Authorship Identification of a Russian-Language Text Using Support Vector Machine and Deep Neural Networks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/1999-5903/13/1/3> (дата обращения: 03.09.2021).
2. Анализ стиля текста для целей его атрибуции с применением информационных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sudexpertiza.by/assets/docs/19042018/mat/Chaschin.pdf> (дата обращения: 05.09.2021).
3. Автоматическая обработка текста и лингвистическое моделирование как способы решения проблем атрибуционной лингвистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elar.uspu.ru/handle/uspu/14286> (дата обращения: 10.09.2021).
4. Авторский инвариант. Морфологические признаки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.mitso.by/handle/edoc/1514?locale=ru> (дата обращения: 12.10.2021).

УДК 004.85

### ОТБОР ПРИЗНАКОВ ДЛЯ НЕЧЁТКОГО КЛАССИФИКАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА БЕЛОК-ЛЕТЯГ

*А.А. Боровской, И.А. Кривошеин, студенты каф. БИС*

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.*

*Проект ГПО КИБЭВС-1705. Нечёткие системы*

*г. Томск, ТУСУР, borovskoj2000@mail.ru*

Рассматриваются наборы данных, содержащих множество признаков, среди которых очень часто оказываются малоинформативные и мешающие анализу. Также очень важным остаётся расширение таких наборов данных. Существуют признаки, получение которых может усложнить сбор остальных данных. Поэтому важной задачей является отбор признаков.

**Ключевые слова:** машинное обучение, классификация, нечёткий классификатор, отбор признаков, стабильные признаки.

В основе задачи выбора стабильных признаков лежит идея того, что имеет смысл определения таковых признаков на каждом наборе данных для уменьшения времени работы алгоритма оптимизации, запуская его сразу на отобранных признаках. Также это может лучше помочь в понимании того, какие признаки являются более информативными, чтобы в дальнейшем определить, на каких признаках стоит сосредоточиться больше, если набор данных будет расширяться.

Цель работы – исследование возможности определения стабильных признаков для наборов данных.

**Отбор признаков** состоит в том, чтобы выбрать  $d$  признаков из  $D$  ( $d \leq D$ ), оптимизирующих целевую функцию [1]. Основная задача отбора признаков состоит в том, чтобы найти такое подмножество из множества признаков, при котором не происходит существенное снижение точности классификации. Решение по отбору признаков задается в виде бинарного вектора  $\mathbf{S} = (s_1, s_2, \dots, s_D)^T$ , в котором  $s_i = 0$  означает, что  $i$ -й признак исключен из классификации, а  $s_i = 1$  указывает на использование  $i$ -го признака в классификаторе.

В качестве алгоритма отбора признаков используется модификация непрерывного алгоритма белок-летяг [2] с функцией слияния векторов [3]. Наборы данных взяты с открытого репозитория KEEL.

**Результаты эксперимента.** В ходе работы алгоритма были получены 10 первичных массивов отобранных признаков. Среди этих массивов были отобраны наиболее стабильные (чаще встречающиеся) признаки. Было решено считать, что стабильным будет считаться признак, встречающийся хотя бы 5 раз. Результирующий массив, в который входят стабильные элементы, будем называть массивом стабильных признаков

Всего было совершено 5 запусков алгоритма. Таким образом, было получено 5 массивов стабильных признаков. Следующей задачей было определить, насколько эти массивы похожи друг на друга, чтобы доказать, что алгоритм стабильно отбирает одни и те же признаки. Для этого было решено воспользоваться мерой Жаккара. Изначально мера Жаккара вычислялась попарно, для каждого запуска алгоритма с каждым, после чего эти значения были усреднены. В табл. 1 представлены результаты вычисления мер Жаккара.

Таблица 1

**Результаты вычисления меры Жаккара**

Набор данных	Значение меры Жаккара
appendicitis	0,67
balance	1,00
bupa	1,00
glass	0,97
haberman	0,67
heart	0,74
iris	1,00
ring	0,83
tae	0,88
wine	0,90

Таким образом, можно сделать выбор, что получаемые массивы стабильных векторов вне зависимости от запуска очень похожи друг

на друга. Далее массивы необходимо объединить для получения итогового решения в задачи поиска массива стабильных признаков.

Далее было решено запустить непрерывный алгоритм белоклетяг на стабильных признаках с настройкой параметров функций принадлежности, т.е. когда производится оптимизация параметров нечеткого классификатора. Результат представлен в табл. 2. В первом столбце представлены наборы данных, на которых проводилась классификация, в следующих двух – ошибка классификации (в процентах), полученная после применения алгоритма на обучающей и тестовой выборке. В первом столбце таблицы представлен набор данных, в следующих двух – точность (в процентах) до оптимизации с помощью непрерывного алгоритма, в следующих двух – после.

Таблица 2

**Результаты классификации на стабильных признаках**

Набор данных	Точн., тр., до опт.	Точн., тест, до опт.	Точн., тр., после опт.	Точн., тест после опт.
appendicitis	81,13	78,45	88,26	82,27
balance	46,08	46,07	80,52	79,99
bupa	60,42	59,37	62,42	63,02
glass	48,62	49,59	54,11	48,57
haberman	55,05	54,91	74,22	73,20
heart	68,89	68,52	77,61	69,15
iris	94,96	94,00	96,59	96,67
ring	63,46	63,61	68,31	67,53
tae	37,60	35,04	50,56	45,04
wine	84,28	77,48	95,38	94,97

**Заключение.** С помощью критерия Уилкоксона была доказана эффективность работы алгоритма после оптимизации. Для тестовой и обучающей выборки было доказано присутствие статистической разницы между результатами до и после применения алгоритма. Можно заключить, что данный метод отбора стабильных признаков является эффективным.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Hodashinsky I. Design of fuzzy rule based classifier using the monkey algorithm / I. Hodashinsky, S. Samsonov // Business Informatics. – 2019. – No. 1 (39). – P. 61–67.
2. Mohit J. A novel nature-inspired algorithm for optimization: Squirrel search algorithm / J. Mohit, V. Singh, A. Rani // Swarm and Evolutionary Computation. – 2019. – Vol. 44. – P. 148–175.
3. Бардамова М.Б. Способы адаптации алгоритма прыгающих лягушек / М.Б. Бардамова, А.Г. Буймов, В.Ф. Тарасенко // Доклады ТУСУР. – 2020. – Т. 23, № 4. – С. 57–62.

## ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ДЛИНОЙ ХРОМОСОМЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА

*Д.Ю. Мельник, студент*

*Научный руководитель К.С. Сарин, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, wuliard@yandex.ru*

Для повышения скорости построения нечеткого классификатора, основанного на классическом генетическом алгоритме, предлагается использовать изменяемую длину хромосомы. С использованием критерия Уилкоксона дана оценка эффективности работы классификатора.

**Ключевые слова:** генетический алгоритм, нечеткий классификатор, изменяемая длина хромосомы.

Нечеткие классификаторы являются одним из инструментов построения машинного обучения, в частности, моделями классификации [1, 2]. Для построения этих моделей используются эвристические алгоритмы, в том числе и генетические алгоритмы. Данные алгоритмы, в отличие от методов, основанных на производных, при вычислении целевой функции требуют построения классификатора. Это накладывает высокие требования на вычисления и время построения классификатора. В данной работе представлен модифицированный генетический алгоритм, который позволит уменьшить время вычисления целевой функции за счет динамически изменяемого размера хромосомы.

Целью работы является повышение скорости построения нечеткого классификатора с использованием генетического алгоритма с изменяемой длиной хромосомы.

**Генетический алгоритм с изменяемой хромосомой.** В данной работе нечеткие системы построены с помощью генетического алгоритма, в котором вся база правил представлена в виде хромосомы, а каждый ген отображает используемый терм. В базу правил классификатора будут отобраны правила с лучшим значением функции приспособленности, которая характеризует точность прогнозирования и простоту системы, включающую количество используемых правил и термов [1, 2].

Для уменьшения времени, затрачиваемого на выполнение работы алгоритма, применяется модификация с динамической изменяемой длиной хромосомы. Данная модификация в отличие от классического алгоритма работает с отдельными группами правил. Изначально вы-

полняется работа алгоритма с длиной хромосомы, соответствующей двум правилам. С ростом поколений (итераций) добавляется число генов к хромосоме, соответствующее одному правилу. Добавление генов осуществляется до тех пор, пока улучшается значение функции приспособленности. Таким образом, с ростом поколений увеличивается и длина хромосомы.

**Проведение эксперимента.** Эксперимент необходим для проверки работы классификатора до и после модификации алгоритма. После запуска классификатора на одном наборе данных мы получаем точность, с которой алгоритм правильно классифицировал объекты.

Для работы с классификатором были взяты наборы данных с репозитория KEEL [3]. Каждый набор данных имеет информацию о классе и признаках объекта.

В результате эксперимента были рассчитаны средние значения группы тестовых данных и скорость построения классификатора (таблица).

**Средние значения группы данных**

Набор данных	Модифицированная мутация		Классическая мутация	
	<i>Yst</i>	<i>t, c</i>	<i>Yst</i>	<i>t, c</i>
Appendicitis	82,36	56,43	85,00	19,41
Australian	84,35	80,21	84,06	10,73
Bands	67,21	72,91	69,77	35,82
Bupa	68,20	63,53	65,02	27,85
Cleveland	50,24	89,16	58,28	19,20
Dermatolog	92,97	158,04	86,51	31,68
Glass	69,91	82,15	63,80	22,07
Haberman	74,80	60,81	57,68	12,16
Hayes-Roth	75,00	63,16	76,88	24,38
Heart	81,48	69,54	80,74	24,39
Hepatitis	82,03	66,71	81,78	20,71
Ionosphere	93,17	94,96	90,89	29,62
Iris	96,00	64,80	95,33	11,21
Mammo-graphic	83,77	83,90	80,98	13,02
Newthyroid	95,82	70,16	94,87	11,67
Pima	75,01	84,68	74,62	16,70
Sonar	79,17	99,60	76,45	65,24
Tae	55,79	69,18	57,67	29,54
Vehicle	69,62	162,75	67,61	62,95
Wdbc	96,31	111,85	96,13	17,61
Wine	96,08	77,82	96,01	13,17
Wisconsin	96,66	87,20	96,37	11,06

Для оценки результатов использовался критерий знаковых рангов Уилкоксона. Т-критерий Уилкоксона используется для оценки различий между двумя рядами измерений, выполненных для одной и той же совокупности. Данный тест способен выявить направленность и выраженность изменений. Классическим примером ситуации, в которой может применяться Т-критерий Уилкоксона для связанных совокупностей, является, например, исследование «до – после», когда сравниваются показатели до и после лечения [5].

**Заключение.** После проведения теста над выборками тестовых результатов было получено значение  $P\text{-value} = 0,0716$ , это соответствует тому, что нулевая гипотеза не отвергается, разница между выборками статистически не значима. Также было получено значение  $P\text{-value} = 4,01e-05$  для времени выполнения алгоритмов, что говорит нам о том, что нулевая гипотеза отвергается, разница между выборками статистически значима.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование динамической изменяемой хромосомы в генетическом алгоритме не изменило точность, однако время, затраченное на выполнение алгоритма, сократилось в среднем в 3,5 раза. Такой показатель скорости говорит о том, что данная модификация предпочтительнее классического варианта при построении нечеткого классификатора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Mathematical modeling analysis of genetic algorithms under schema theorem [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/333358622\\_Mathematical\\_modeling\\_analysis\\_of\\_genetic\\_algorithms\\_under\\_schema\\_theorem](https://www.researchgate.net/publication/333358622_Mathematical_modeling_analysis_of_genetic_algorithms_under_schema_theorem), свободный (дата обращения: 12.01.2022).
2. Crossover and Mutation Operators of Genetic Algorithms [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/318691362\\_Crossover\\_and\\_Mutation\\_Operators\\_of\\_Genetic\\_Algorithms](https://www.researchgate.net/publication/318691362_Crossover_and_Mutation_Operators_of_Genetic_Algorithms), свободный (дата обращения: 12.01.2022).
3. Standard Classification data sets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sci2s.ugr.es/keel/datasets.php>, свободный (дата обращения: 12.01.2022).
4. Cross Validation: A Beginner's Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/cross-validation-a-beginners-guide-5b8ca04962cd>, свободный (дата обращения: 13.01.2022).
5. Wilcoxon Signed-Ranks Test [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.real-statistics.com/non-parametric-tests/wilcoxon-signed-ranks-test>, свободный (дата обращения: 13.01.2022).

**МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ  
FUTURE SEARCH ALGORITHM  
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ**

*А.А. Паскаль, студент*

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, paskalanna@mail.ru*

Реализован и протестирован алгоритм Future Search Algorithm (FSA) для поиска минимума заданных математических функций.

**Ключевые слова:** метаэвристический алгоритм, оптимизация.

Задача оптимизации заключается в отыскании экстремума (наибольшего или наименьшего значения) некой функции  $f(x)$ .

Методы оптимизации можно разделить на 2 класса: точные алгоритмы и приближённые алгоритмы [1]. Точные алгоритмы позволяют находить гарантированно оптимальное решение. Но основная проблема таких методов заключается в их узкой направленности и большой вычислительной сложности. Метаэвристика является жизнеспособной и часто превосходной альтернативой [2].

В данной работе рассмотрен метаэвристический алгоритм Future Search Algorithm (FSA) в задаче нахождения оптимума математической функции [3].

**Future Search Algorithm.** Данный алгоритм имитирует поведение человека. Пространство решений в алгоритме представлено людьми.

Все люди стремятся к лучшей жизни. Человек, который добивается лучших результатов, является оптимальным локальным решением среди других людей. Каждый год (каждую итерацию) это решение может измениться на другого человека. Наилучшее из них признаётся глобальным решением.

*Шаг 1.* Инициализация популяции задаётся по формуле

$$X_i = Lb + (Ub - Lb) * \text{rand},$$

где  $X_i$  – особь популяции,  $Lb$  – границы нижнего предела,  $Ub$  – границы верхнего предела,  $\text{rand}$  – равномерно распределённые псевдо-случайные числа.

*Шаг 2.* Определение  $X_{L_i}$  и  $X_{G_i}$  по формулам:

$$X_{L_i}(t+1) = ((LS(t) - x_i(t))) * \text{rand},$$

где  $LS(t)$  – все решения.

$$X_{G_i}(t+1) = ((GS(t) - x_i(t))) * \text{rand},$$

где  $GS(t)$  – наилучшее решение.

Шаг 3. Инициализация улучшенной популяции по формуле

$$X_i(t+1) = x_i(t) + X_{L_i}(t+1) + X_{G_i}(t+1).$$

Шаг 4. Обновление  $LS(t)$  и  $GS(t)$ , если получены значения лучше.

Шаг 5. Обновление случайного начального значения по формуле

$$Y_i(t+1) = GS(t) + (GS(t) - LS_i(t)) * \text{rand}.$$

Шаг 6. Проверка и обновление  $LS(t)$  и  $GS(t)$ , если получены значения лучше.

Шаги 2–6 выполняются в зависимости от количества заданных итераций.

Таблица 1

**Тестовые математические функции**

№	Название	Формула	Границы	Размерность	Экстремум
1	Sphere	$f(x) = \sum_{i=1}^d x_i^2$	$[-100; 100]$	1000	0,00
2	Schwefel's No.2.22	$f(x) = \sum_{i=1}^d  x_i  + \prod_{i=1}^d  x_i $	$[-10; 10]$	1000	0,00
3	Schwefel's No.2.21	$f(x) = \max_i \{ x_i , 1 \leq i \leq d\}$	$[-100; 100]$	1000	0,00
4	Griewank	$f(x) = \sum_{i=1}^d \frac{x_i^2}{4000} - \prod_{i=1}^d \cos \frac{x_i}{\sqrt{i}} + 1$	$[-600; 600]$	30	0,00
5	Rastrigin	$f(x) = 10 * d + \sum_{i=1}^d [x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i)]$	$[-5,12; 5,12]$	2	0,00
6	Six-Hump Camel	$f(x) = 4x_1^2 - 2,1x_1^4 + \frac{1}{3}x_1^6 + x_1x_2 - 4x_2^2 + 4x_2^4$	$[-5; 5]$	2	-1,032
7	Branin	$f(x) = (x_2 - \frac{5,1}{4\pi^2}x_1^2 + \frac{5}{\pi}x_1 - 6)^2 + 10(1 - \frac{1}{8\pi})\cos x_1 + 10$	$[-5; 5]$	2	0,398
8	Quartic	$f(x) = \sum_{i=1}^d ix_i^4 + \text{rand}[0,1]$	$[-1,28; 1,28]$	30	0,00
9	Goldstein-Prise	$f(x) = [1 + (x_1 + x_2 + 1)^2(19 - 14x_1 + 3x_1^2 - 14x_2 + 6x_1x_2 + 3x_2^3)] * [30 + (2x_1 - 3x_2)^2(18 - 32x_1 + 12x_1^2 + 48x_2 - 36x_1x_2 + 27x_2^2)]$	$[-2; 2]$	2	3,00
10	Rozenbrock	$f(x) = \sum_{i=1}^{d-1} [100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2]$	$[-30; 30]$	30	0,00

**Эксперимент.** Эксперимент проводился на десяти математических функциях, представленных в табл. 1. Алгоритм запускался 10 раз при размере популяции 30 особей, 500 итераций.

В табл. 2 представлены результаты. В качестве результата выделены среднее и лучшее значения.

Таблица 2

**Результаты эксперимента**

№	Лучшее значение	Среднее значение	Экстремум
1	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00
3	0,00	4,225	0,00
4	0,00	14,171	0,00
5	0	0,950	0,00
6	-1,031	-1,031	-1,031
7	0,3978	0,415	0,3978
8	0,00	1,787	0
9	3	3,176	3
10	0	9,046	0

Из результатов тестирования можно сделать вывод, что алгоритм работает как на гладких, так и на овражных функциях, так как во всех случаях глобальный минимум был достигнут. Среднее количество итераций, при которых глобальный минимум был найден, равно 100. В 4 случаях глобальный минимум найден за 500 итераций.

Алгоритм использует случайность в процессе поиска оптимума, поэтому данные от запуска к запуску могут довольно сильно различаться. Из-за этого среднее значение за 10 запусков в 7 из 10 случаев больше глобального оптимума.

**Заключение.** В результате проведенного эксперимента метаэвристический алгоритм FSA показал себя как работоспособный алгоритм, способный находить оптимальные или близкие к оптимальным значения на различных функциях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Щербина О.А. Метаэвристические алгоритмы для задач комбинаторной оптимизации: обзор //Таврический вестник информатики и математики. – 2014. – № 1 (24).
2. Glover F., Sörensen K. Metaheuristics // Scholarpedia. – 2015. – Vol. 10. – №. 4. – p. 6532.
3. Elsis M. Future search algorithm for optimization // Evolutionary Intelligence. – 2019. – Vol. 12, № 1. – P. 21–31.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЭВРИСТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ ПУСТЫННЫХ КАНЮКОВ В ЗАДАЧЕ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЕГО РАБОТЫ

*Д.С. Савельев, студент каф. БИС*

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, savelyev.denis7@gmail.com*

Исследован метаэвристический алгоритм оптимизации пустынных канюков (Harris Hawks Optimization), его тестирование в задаче нахождения оптимального решения на математических функциях и сравнение с результатами других метаэвристик.

**Ключевые слова:** метаэвристика, алгоритм, оптимизация, эксперимент, пустынные канюки.

Оптимизация предполагает решение задачи нахождения оптимума некоторой целевой функции в некоторой области конечного непрерывного пространства, называемого пространством поиска. Если у функции наблюдается несколько оптимумов, тогда ставится задача найти глобальный оптимум – наилучшее решение. Существуют множество алгоритмов для решения задачи оптимизации и с каждым годом их количество растёт. Метаэвристические алгоритмы, позволяют найти оптимальное решение за приемлемое время, также благодаря им избегается проблема классических алгоритмов – застревания в локальных оптимумах [1].

**Описание алгоритма.** Алгоритм оптимизации пустынных канюков был предложен А.А. Хейдари в 2019 г. [2]. Основная идея представляет собой имитацию совместной охоты канюков в природе и побег добычи. В алгоритме пустынные канюки представляют собой поисковых агентов, а кролик – представляет собой потенциально возможное, оптимальное решение.

У алгоритма есть две фазы: разведка и эксплуатация. Алгоритм может переключаться между фазами благодаря убегаящей энергии кролика ( $E$ ).

На фазе разведки позиция канюков обновляется по формуле (1):

$$\mathbf{X}(t+1) = \begin{cases} X_{\text{rand}}(t) - r_1 |X_{\text{rand}}(t) - 2r_2 X(t)|, & q \geq 0,5; \\ (X_{\text{rabbit}}(t) - X_m(t)) - r_3 (LB + r_4 (UB - LB)), & q < 0,5. \end{cases} \quad (1)$$

На фазе эксплуатации может быть выбрана одна из четырех стратегий в зависимости от значения убегаящей энергии кролика ( $E$ ) и вероятности того, что кролик успешно сбежит ( $r < 0,5$ ) или не сбежит ( $r \geq 0,5$ ).

В стратегии мягкой осады обновление местоположения поисковых агентов можно вычислить по формуле (2):

$$X(t+1) = \Delta X(t) - E |jX_{\text{rabbit}}(t) - X(t)|. \quad (2)$$

В стратегии жёсткой осады позиции канюков обновляется по формуле (3):

$$X(t+1) = X_{\text{rabbit}}(t) - E |\Delta X(t)|. \quad (3)$$

При мягкой стратегии осады и прогрессивном быстром ударе, обновление позиций канюков может быть выполнена по формуле (4), где на каждом шаге  $Y$  или  $Z$  будет выбрана в качестве следующего местоположения:

$$X(t+1) = \begin{cases} Y, & \text{если } f(Y) < f(X(t)), \\ Z, & \text{если } f(Z) < f(X(t)), \end{cases} \quad (4)$$

где  $Y$  и  $Z$  были получены из формул (5) и (6):

$$Y = X_{\text{rabbit}}(t) - E |jX_{\text{rabbit}}(t) - X(t)|, \quad (5)$$

$$Z = Y + S + LF(D). \quad (6)$$

При жёсткой стратегии осады и прогрессивном быстром ударе, позиции канюков обновляются, аналогично формуле (4), где  $Z$  аналогична формуле (6), а  $Y$  была получена из формулы (7)

$$Y = X_{\text{rabbit}}(t) - E |jX_{\text{rabbit}}(t) - X_m(t)|. \quad (7)$$

**Эксперимент и полученные результаты.** Работоспособность алгоритма пустынных канюков оценивается с помощью набора математических тестовых функций, представленных в табл. 1 вместе с их параметрами, алгоритм должен найти глобальный оптимум или близкое к оптимуму значение.

Т а б л и ц а 1

Набор тестовых функций			
Унимодальные функции			
Функция	$d$	Границы	$f_{\min}$
$f_1(x) = \sum_{i=1}^d x_i^2$	30	[-100; 100]	0
$f_2(x) = \max_i \{ x_i , 1 \leq i \leq n\}$	30	[-100; 100]	0
$f_3(x) = \sum_{i=1}^d ix_i^2 + \text{random}[0,1)$	30	[-1,28; 1,28]	0
Мультимодальные функции			
$f_4(x) = \sum_{i=1}^d \frac{x_i^2}{4000} + \prod_{i=1}^d \cos(x_i / \sqrt{i}) + 1$	30	[-600; 600]	0
$f_5(x) = 10d + \sum_{i=1}^d [x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i)]$	30	[-5,12; 5,12]	0

Результаты работы алгоритма на пяти тестовых математических функциях представлены в табл. 2. В результате были получены средние минимальные значения за 10 повторений, при популяции равной 50, и при разных количествах итераций.

В табл. 3 для сравнения были добавлены результаты работы алгоритмов Future Search [3], Rock Hyraxes [4] и Owl Search [5]. Для равноценного сравнения алгоритмов оно было проведено на одной вычислительной машине. Условия эксперимента для всех алгоритмов были одинаковы: количество выполнений – 10 раз, численность популяции – 50, число итераций – 500.

Таблица 2

Результаты работоспособности алгоритма					
Функции	Количество итераций				
	100	200	300	400	500
$f_1(x)$	2,136e-20	2,803e-39	3,688e-50	9,218e-70	0
$f_2(x)$	5,294e-12	7,646e-24	7,461e-37	1,34e-113	3,95e-145
$f_3(x)$	0,000559	0,000456	0,000265	0,000143	7,078e-05
$f_4(x)$	0	0	0	0	0
$f_5(x)$	0	0	0	0	0

Из табл. 2 можно сделать вывод о том, алгоритм пустынных канюков работает на разных типах функций, также из таблицы видно, что чем больше количество итераций, тем полученное значение ближе к глобальному оптимуму, из чего можно сделать вывод, что если увеличить количество итераций, то могут быть получены глобальные минимумы в тех функциях, где он не достиг этого. Глобальный минимум был найден в 3 функциях из 5.

Таблица 3

Сравнение алгоритма с аналогами				
Функции	Harris Hawks (ННО)	Future Search (FSA)	Rock Hyraxes (RHA)	Owl Search (OSA)
$f_1(x)$	0	0	0	4e-67
$f_2(x)$	2,4e-126	0	4,2e-304	3,1e-41
$f_3(x)$	1,6e-06	0,254	2,8e-05	0,001
$f_4(x)$	0	0	0	2,1e-35
$f_5(x)$	0	0,697	0	0

Исходя из полученных результатов, алгоритм пустынных канюков нашел глобальный минимум в 3 функциях, а в 2 оставшихся были получены близкие к глобальному минимуму значения. В третьей функции были получены лучшие результаты, во второй функции алгоритм также показал хорошие результаты, но уступил алгоритму Rock Hyraxes.

Значениям, полученным в табл. 3, были присвоены ранги, по итогам которых был получен средний ранг, результаты представлены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

**Результаты присвоения рангов**

	Harris Hawks (ННО)	Future Search (FSA)	Rock Hyraxes (RHA)	Owl Search (OSA)
Средний ранг	2	2,6	2	3,4

Из представленных в табл. 4 результатов можно сделать вывод, что метаэвристика ННО показывает хороший результат, и он разделяет первую позицию вместе с RHA.

**Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют о превосходстве алгоритма пустынных канюков над алгоритмами Future Search и Owl Search, но так как метаэвристики стохастические – всё зависит от случайных величин, и в следующий раз результаты могут оказаться другими. Данный алгоритм позволяет находить близкие к глобальному минимуму значения для различных типов функций, по итогам работы можно сделать вывод о достаточной работоспособности алгоритма пустынных канюков.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Ходашинский И.А. Методы повышения эффективности роевых алгоритмов оптимизации // Автоматика и телемеханика. – 2021. – № 6. – С. 3–45.
2. Harris hawk’s optimization: algorithm and applications / A.A. Heidari, S. Mirjalili, H. Faris, I. Aljarah, M. Mafarja, H. Chen // Future Generation Computer Systems. – 2019. – Vol. 97. – P. 849–872.
3. Elsis M. Future search algorithm for optimization // Evolutionary Intelligence. – 2019. – Vol. 12. – P. 21–31.
4. Rock Hyraxes Swarm Optimization: A New Nature-Inspired Metaheuristic Optimization Algorithm / B. Al-Khateeb, K. Ahmed, M. Mahmood, D. Le // Computers, Materials and Continua. – 2021. – Vol. 68, № 1. –P. 643–654.
5. Owl search algorithm: A novel nature-inspired heuristic paradigm for global optimization / M. Jain, S. Maurya, A. Rani, V. Singh // Computers, Materials and Continua. – 2018. – Vol. 34. – P. 1573–1582.

## НЕЧЕТКАЯ СИСТЕМА ТИПА MIN-MAX ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАК НА СЕТЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

*М.И. Саяпина, студентка каф. БИС*

*Научный руководитель К.С. Сарин, доцент каф. КИБЭВС*

*г. Томск, ТУСУР, 7361smi@gmail.com*

Описан процесс создания нечеткого классификатора типа Min-Max для обнаружения атак на сетевые соединения. Помимо этого, статья включает в себя эксперименты на 25 наборах данных для определения точности работы классификации, а также сравнение результатов с другими классификаторами.

**Ключевые слова:** нечеткий классификатор, алгоритм Min-Max, система обнаружения вторжений, атака, сетевое соединение.

Роль систем обнаружения вторжений (IDSS) как специализированных устройств для обнаружения аномалий и атак в сети становится все более важной и актуальной. Система обнаружения вторжений на основе интеллектуального анализа данных может обладать способностью находить различные типы сетевых уязвимостей в большом объеме данных сетевого трафика.

Проводя тщательный анализ последних тенденций в области обнаружения аномалий, можно столкнуться с несколькими методами машинного обучения, которые, как сообщается, имеют очень высокую частоту обнаружения 98% при сохранении частоты ложных тревог на уровне 1% [1]. Построение систем машинного обучения является на сегодняшний день одной из самых популярных, актуальных и современных областей человеческой деятельности на стыке информационных технологий, математического анализа и статистики.

В настоящей работе разработан нечеткий классификатор типа Min-Max для обнаружения атак на сетевые соединения. Проведены сравнения с аналогами.

### **Описание алгоритма построения Min-Max классификатора.**

Процесс обучения начинается с выбора упорядоченной пары  $(X_h, d_h)$ , где  $X_h = [x_{h1}, x_{h2}, \dots, x_{hm}]$  – входной шаблон;  $d_h \in \{l_1, \dots, l_m\}$  – индекс класса.

Сначала необходимо определить степень членства точки в существующих гипербоксах с помощью функции принадлежности. Если функция принадлежности не равна 1, то необходимо создать новый гипербокс и задать для него точки минимума.

Если функция принадлежности равна 1, следовательно, существует гипербокс, который мог бы включить в себя новую точку, но только в случае выполнения условия расширения гипербокса.

Если условие расширения гипербокса не было выполнено, то реализуется создание нового гипербокса.

Если условие выполнено, то происходит расширение существующего гипербокса путем добавления в него проверяемой точки. Одним из последствий расширения гипербокса служат перекрывающиеся гипербоксы. Перекрытие гипербокса не является проблемой, когда перекрытие происходит между гипербоксами, представляющими один и тот же класс. Когда происходит перекрытие между гипербоксами, представляющими разные классы, его необходимо устранить с помощью процесса сокращения [2].

**Набор данных NLS-KDD.** В данной работе для исследования аномалий в сетевых соединениях использовался набор данных NLS-KDD, являющийся модифицированной версией набора KDD99, ставшего стандартом для проведения тестов средств обнаружения вторжений. Эти наборы данных содержат записи об интернет-трафике и являются призраками трафика, с которым сталкивается настоящая СОВ, и остаются только следы ее существования.

**Результаты экспериментов и сравнение с классификаторами.** Сравнение проводилось со следующими классификаторами:

- байесовский классификатор;
- k-ближайших соседей.

Результаты работы классификаторов для некоторых наборов данных представлены в таблице.

**Сравнение с другими классификаторами**

Набор данных	Min-Max	Байеса	KNN	Набор данных	Min-Max	Байеса	KNN
appendicitis	0,8427	0,9225	0,8281	dermatology	0,9217	0,9084	0,9195
australian	0,7623	0,8345	0,7984	glass	0,6994	0,4086	0,7134
bands	0,6931	0,7587	0,6255	haberman	0,6533	0,7453	0,6947
bupa	0,6175	0,5759	0,6463	hayes-roth	0,6500	0,7414	0,6904
cleveland	0,5556	0,6080	0,5814	NLS-KDD	0,8650	0,8197	0,7860

Для сравнения результатов классификации, представленных в табл. 2 будет использован тест Фридмана. Критерий Фридмана, равен 0,00052, причем  $0,00052 < 0,05$ , следовательно, изменения количества правил является статистически значимым между рассмотренными методами классификации [3].

Помимо эмпирического значения, в ходе теста Фридмана, также были получены следующие суммарные значения рангов для результатов каждого классификатора:

- 118 для Min-Max классификатора;

- 85 для Байесовского классификатора;
- 84 для метода k-ближайших соседей.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о лучшей результативности работы Min-Max нечеткого классификатора относительно других рассматриваемых классификаторов.

**Заключение.** В результате исследования был сделан вывод о лучшей результативности работы Min-Max нечеткого классификатора относительно других классификаторов на основе значения суммарных рангов теста Фридмана для каждого классификатора. Для набора данных, содержащего аномалии в сетевых соединениях, был получен нечеткий классификатор с точностью 86,5% для тестового набора. Min-Max классификатор для набора NLS-KDD имеет точность выше, чем аналоги: метод k-NN с точностью 81,97%, и Байесовский классификатор с точностью 78,60% для тестового набора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Mei-Ling Shyu, Shu-Ching Chen, Kanoksri Sarinnapakorn, LiWu Chang A Novel Anomaly Detection Scheme Based on Principal Component Classifier [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.66.299&rep=rep1&type=pdf>.

2. Thanh Tung Khuat, Bogdan Gabrys A comparative study of general fuzzy min-max neural networks for pattern classification problems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.66.299&rep=rep1&type=pdf>.

3. Харьковская О.А., Соловьев А.Г. Статистические методы и математическое моделирование: учебное пособие / О.А. Харьковская, А.Г. Соловьев. – Архангельск: Изд-во Северного гос. мед. ун-та, 2017. – 164 с.

УДК 004.021

### МЕТАЭВРИСТИКА SAILFISH OPTIMIZER ДЛЯ ПОИСКА МИНИМУМА МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

*Р.С. Шуклин, студент каф. БИС*

*Научный руководитель М.Б. Бардамова, ст. преп. каф. КИБЭВС  
г. Томск, ТУСУР, [rendles@yandex.ru](mailto:rendles@yandex.ru)*

Исследована эффективность метаэвристики Sailfish Optimizer (SFO) в задаче нахождения минимумов математических функций. Проведен эксперимент, в котором использовалось семь математических функций и сравнение с шестью алгоритмами-аналогами.

**Ключевые слова:** sailfish optimizer, метаэвристики, алгоритмы оптимизации, оптимизация математических функций, исследование эффективности.

Метаэвристики – это общие эвристики, позволяющие находить близкие к оптимальным решения различных задач оптимизации за приемлемое время. Несмотря на то, что они не всегда дают точное оптимальное решение, а чаще всего близки к оптимальному, они используются во многих задачах. Цель работы заключается в исследовании эффективности метаэвристики Sailfish Optimizer (SFO) для нахождения минимума математических функций.

**Обзор алгоритма.** Метаэвристика SFO относится к популяционным алгоритмам на основе роя. Он вдохновлён процессом охоты рыб-парусников на сардин [1]. Алгоритм работает сразу с двумя популяциями, одна из которых соответствует рыбам-парусникам, вторая – сардинам. Каждый парусник и сардина представляют собой  $d$ -мерный вектор с вещественными числами, значения которых изменяются путем перемещения в пространстве поиска во время охоты. Далее описана последовательность действий алгоритма.

Входными параметрами алгоритма являются:  $N_{SF}$  – количество рыб-парусников,  $Pp$  – параметр для расчета количества сардин,  $A$  – параметр для расчета атакующей силы парусников,  $\varepsilon$  – параметр для расчета силы атаки парусников,  $Dim$  – размерность вектора,  $Iter$  – количество итераций.

Основной принцип работы алгоритма заключается в окружении группой парусников группы сардин, после чего парусники по очереди атакуют сардин с определенной силой атаки, которая уменьшается при каждой следующей атаке и регулируется при помощи коэффициентов  $A$  и  $\varepsilon$ .

При силе атаки меньше 0,5 выбираются случайные сардины, положение которых будет обновлено, при силе атаки больше 0,5 обновляется положение всех сардин.

После чего рассчитывается фитнес-функция сардин и парусников, если у атакованной сардины значение фитнес-функции хуже, чем у парусника, то она погибает и парусник занимает её место.

Данный процесс повторяется итерационно.

Основная формула для расчета положения сардин

$$X_{new\_s}^i = r \times (X_{elite\_SF}^i - X_{old\_S}^i + AP).$$

Формула для расчета положения парусника

$$X_{new\_SF}^i = X_{elite\_SF}^i - \lambda_i \times \left( \text{rand}(0,1) \times \left( \frac{X_{elite\_SF}^i + X_{injured\_S}^i}{2} \right) - X_{old\_SF}^i \right),$$

где  $X_{elite\_SF}^i$  – лучший парусник на данный момент,  $X_{old\_S}^i$  – текущая позиция сардины,  $AP$  – сила атаки парусника,  $\lambda_i$  – коэффициент на  $i$ -й итерации,  $X_{injured\_S}^i$  – положение подбитой (лучшей) сардины.

**Реализация и исследование эффективности.** Для реализации SFO была написана программа на языке Python с использованием библиотеки NumPy. Для проверки эффективности применялись математические функции, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Описание математических функций			
Функция	Dim	Range	$f_{\min}$
$f_1(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2$	30	[-100, 100]	0
$f_2(x) = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^i x_j \right)^2$	30	[-100, 100]	0
$f_3(x) = \sum_{i=1}^{n-1} [100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2]$	30	[-30, 30]	0
$f_4(x) = \sum_{i=1}^n ([x_i + 0.5])^2$	30	[-100, 100]	0
$f_5(x) = \sum_{i=1}^n ix^4 + \text{random}[0,1]$	30	[-1,28; 1,28]	0
$f_6(x) = \sum_{i=1}^n -x_i \sin(\sqrt{ x_i })$	30	[-500, 500]	-12540
$f_7(x) = \sum_{i=1}^n [x_i^2 - 10\cos(2\pi x_i) + 10]$	30	[-5,12; 5,12]	0

Сравнение производилось с шестью алгоритмами: GWO, SBO, ALO, PSO, SSA, GA с параметрами: запусков – 30, начальный размер популяции – 30, размерность вектора – 30. Для SFO использованы параметры:  $pp = 0,1$ ,  $A = 4$ ,  $\epsilon = 0,001$ . В результате эксперимента получены данные, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Результаты эксперимента								
Ф-ия	$f_{\min}$	SFO	GWO	SBO	ALO	PSO	SSA	GA
$f_1$	0	9,57E-11	<b>1,84E-27</b>	9,57E-02	1,55E-03	1,63E-04	2,75E-07	2,68
$f_2$	0	<b>3,32E-12</b>	8,44E-06	865,87	3321,87	86,96	1519,48	4566
$f_3$	0	<b>6,77E-09</b>	27,21	162,56	355,68	92,71	148,98	270,83
$f_4$	0	1,79E-06	0,72	0,09	0,25	2,90E-04	<b>9,26E-10</b>	1,98
$f_5$	0	<b>3,97E-05</b>	1,83E-03	0,16	0,25	0,16	0,0128	0,1
$f_6$	-12540	-4911,09	-5947,55	-5752,83	-5668,22	-4550,51	-2789,4	<b>-10864</b>
$f_7$	0	<b>2,92E-09</b>	2,14	49,45	79,63	59	16,75	3,73

**Заключение.** Проверка эффективности была выполнена на 7 функциях, 7 алгоритмов было использовано для сравнения. Результаты показывают, что алгоритм SFO может применяться в задаче оптимизации функций.

В дальнейшем планируется применить алгоритм к задаче оптимизации параметров термов нечеткого классификатора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Shadravan S. The Sailfish Optimizer: A novel nature-inspired metaheuristic algorithm for solving constrained engineering optimization problems / S. Shadravan, H.R. Naji, V.K. Bardsiri // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2019. – Vol. 80. – P. 20–34.
2. Jamil M. A Literature Survey of Benchmark Functions For Global Optimization Problems / M. Jamil, X.-S. Yang // International Journal of Mathematical Modelling and Numerical Optimisation. – 2013. – Vol. 4, № 2. – P. 150–194.
3. Asih A.M.S. Comparison study of metaheuristics: Empirical application of delivery problems / A.M.S. Asih, B.M. Sopha, G. Kriptaniadewa // International Journal of Engineering Business Management – 2017. – Vol. 9. – P. 1–12.
4. Beiranvand V. Best Practices for Comparing Optimization Algorithms / V. Beiranvand, W. Hare, Y. Lucet // Optimization and Engineering. – 2017. – Vol. 18. – P. 815–848.

УДК 004.02

### МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ROCK HYRAXES SWARM. АЛГОРИТМ КАМЕННЫХ ДАМАН ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ

*В.П. Турнаева, студентка каф. БИС*

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, turnaevavera@gmail.com*

Рассматривается метаэвристика Rock Hyraxes Algorithm (RHA), выбранная для решения задачи оптимизации – нахождения оптимума математических функций. Также в статье представлены результаты экспериментов после реализации и сравнение с другими метаэвристиками.

**Ключевые слова:** метаэвристика, оптимизация, популяция, Rock Hyraxes Algorithm.

Многие проблемы и задачи в сферах науки, техники или экономики можно обозначить как задачи оптимизации. В общем случае задача оптимизации – это задача поиска локального экстремума функции на некотором множестве ограничений для её параметров. Некоторые методы оптимизации широко известны, например, почти все знакомы с методом наискорейшего спуска (градиентный спуск). Однако решения данных задач традиционными и общеизвестными методами бывают сложны в исполнении, так как существует большое количество ограничений и большая вычислительная сложность. Хорошей альтернативой в данном случае является использование алгоритмов метаэвристической оптимизации [1–3].

Для решения задачи оптимизации было решено применить Rock Hyraxes Algorithm/ Алгоритм каменных дам.ан.

**Rock Hyraxes Algorithm (RHA).** RHA – это популяционный алгоритм непрерывной оптимизации, созданный 2020 г. [4].

Далее будет рассмотрен сам алгоритм:

1. На первом этапе происходит инициализация популяции из  $N$  каменных дам.ан.

2. Далее для каждой инициализированной особи происходит расчет фитнес-функции, и в качестве **Leader** принимается та особь, для которой значение фитнес-функции оказалось минимальным.

3.  $t = 1$ .

4. Выполняем цикл до тех пор, пока  $t \leq t_{\max}$ .

4.1. Обновляем позицию лидера с помощью уравнения (1):

$$\mathbf{Leader}(t+1) = r1 \cdot \mathbf{Leader}(t), \quad (1)$$

где  $r1$  – случайное число в диапазоне  $[0, 1]$ .

4.2. Позиции  $\mathbf{x}i$  обновляются по уравнению (2) в соответствии с позицией **Leader**

$$\mathbf{x}i(t+1) = \mathbf{x}i(t) - (\text{circ} \cdot \mathbf{x}i(t) + \mathbf{Leader}(t+1)), \quad (2)$$

$$\text{circ} = \text{sqrt}(n1^2 + n2^2), \quad (3)$$

$$n1 = r2 \cdot \cos(\text{ang}), \quad (4)$$

$$n2 = r2 \cdot \sin(\text{ang}), \quad (5)$$

где  $r2$  – случайное число (относится к радиусу) в диапазоне  $[0, 1]$ ,  $\text{ang}$  – случайное числа (относится к углу перемещения) в диапазоне  $[0, 360]$ .

4.3. Для каждого нового  $\mathbf{x}i$  рассчитываем фитнес-функцию и снова обновляем позицию **Leader**.

4.4. Обновляем значение  $\text{ang}$  в соответствии с формулой (6):

$$\text{ang} = \text{ang} + \text{delta}, \quad (6)$$

$$\text{delta} = \text{random}[ub, lb], \quad (7)$$

где  $ub, lb$  – нижняя и верхняя границы генерации случайных чисел.

4.5.  $t = t + 1$ .

5. Когда достигается  $t_{\max}$ , цикл завершается и возвращается значение **Leader**. Данная особь и соответственно ее значение фитнес-функции и будет являться лучшим – оптимальным решением.

**Эксперимент и его результаты.** Тестирование алгоритма проводилось на математических функциях, которые моделируют искусственные ландшафты. Они имеют несколько видов, например: гладкие, овражистые, с несколькими минимумами. Для более точной

оценки работы алгоритма в различных условиях было взято 15 функций: по несколько каждого вида. Алгоритм запускался 10 раз, были взяты следующие значения:  $N = 50$ ,  $T = 500$ . В качестве результата бралось среднее значение.

**Сравнение различных метаэвристических алгоритмов.** После тестирования метаэвристического алгоритма RHA он был сравнен с аналогами: Harris Hawks Optimization (ННО), Future Search Algorithm (FSA), Owl Search Algorithm (OSA). Сравнение производилось на одной вычислительной машине, в качестве входных параметров было решено взять  $N = 50$ ,  $T = 500$ . Также для равноценного сравнения, заранее была сформирована популяция, которая подавалась на вход алгоритмам. Так как в рамках индивидуальной работы перечисленные алгоритмы тестировались на различных функциях, то было решено взять 5 штук, которые были протестированы всеми. В качестве результата бралось среднее минимальное значение за 10 проходов. Далее для получения итоговой ранжировки сравниваемых алгоритмов был применен критерий Фридмана, результаты представлены в таблице.

**Статистические результаты**

RHA	ННО	FSA	OSA
2	2,6	2	3,4

Из представленных статистических результатов можно сделать вывод, что метаэвристики RHA и FSA являются лучшими среди сравниваемых аналогов.

**Заключение.** В результате проведенного эксперимента можно сделать вывод, что метаэвристический алгоритм RHA помогает при решении задачи поиска оптимума функции, он находит оптимальные или близкие к оптимальным значения на различных функциях, а также является одним из лучших среди своих конкурентов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Influence of initialization on the performance of metaheuristic optimizers. Applied Soft Computing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1568494620301332?via%3Dihub> (дата обращения: 20.12.2021).
2. Щербина О.А. Метаэвристические алгоритмы для задач комбинаторной оптимизации: обзор // Таврический вестник информатики и математики. – 2014. – № 1. – С. 56–73.
3. Ходашинский И.А. Методы повышения эффективности роевых алгоритмов оптимизации // Автоматика и телемеханика. – 2021. – № 6. – С. 3–45.
4. Rock hyraxes swarm optimization: A new nature-inspired metaheuristic optimization algorithm / B. Al-Khateeb, A. Kawther, M. Maha, L. Dac-Nhuong // Computers, Materials and Continua. – 2021. – Vol. 68, № 1. – P. 643–654.

## РАЗРАБОТКА НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ

*Д.А. Вычиков, студент каф. АСУ*

*Научный руководитель М.Ю. Катаев, проф. каф. АСУ, д.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, daniilytch@yandex.ru*

Рассмотрена актуальность темы. Использована архитектура рекуррентной нейронной сети LSTM для распознавания речи. Реализован метод для подготовки звукового файла для ввода в нейронную сеть.

**Ключевые слова:** нейронные сети, распознавание речи, LSTM.

В последнее время активно развивается сфера, специализирующаяся на нейронных сетях. Актуальность данной темы подтверждается большим применением нейронных сетей в различных сферах деятельности человека, одной из которых является задача по распознаванию речи.

В связи с этим была поставлена задача – разработка нейронной сети для распознавания речи.

Нейронные сети распределяются на несколько видов, но для решения задачи по распознаванию речи хорошо подходит рекуррентная нейронная сеть, а именно одна из разновидностей рекуррентных нейронных сетей – долгая краткосрочная память (LSTM) [1].

LSTM-сеть состоит из LSTM-модулей, которые помогают решить проблему долгосрочных зависимостей, при помощи сигмоидальной функции и поточечного умножения (рис. 1) [2], она определяет, какое количество информации необходимо забыть, а какое оставить. Поэтому для реализации нейронной сети для распознавания речи была выбрана архитектура LSTM.

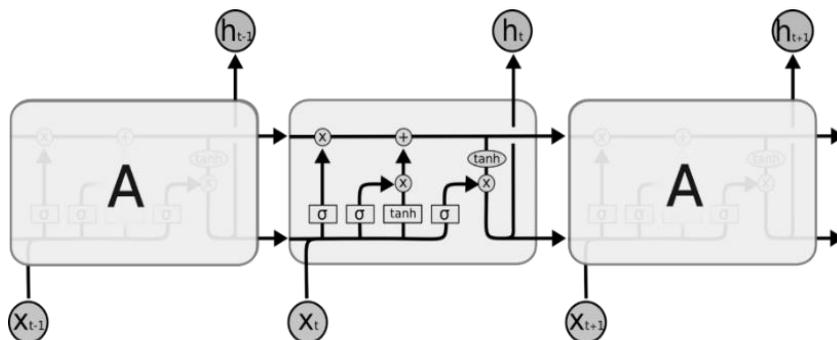


Рис. 1. Структура модуля рекуррентной нейронной сети LSTM

На рис. 1 используются некоторые обозначения, а именно:

1.  $\tanh$  – функция гиперболического тангенса.
2.  $\sigma$  – сигмоидальная функция.

Таким образом, для реализации нейронной сети для распознавания речи было принято использовать рекуррентную нейронную сеть LSTM. Для реализации, было принято решение создать модель на языке Python с помощью библиотеки Keras [3]. Модель состоит из двух слоёв: LSTM по 128 нейронов и слоя Dense из 35 нейронов.

Для оптимизации процесса был выбран оптимизатор Adam.

Adam – один из самых эффективных алгоритмов оптимизации в обучении нейронных сетей. Вместо того чтобы адаптировать скорость обучения параметров на основе первого момента, он также использует среднее значение вторых моментов градиентов [4].

Для работы с моделью нейронной сети было принято использовать TensorFlow [5].

С помощью TensorFlow были реализованы методы обучения нейронной сети и распознавания речи из звукового файла.

Также была реализована подготовка данных для нейронной сети.

Подготовка данных подразумевает разбиение звукового файла на промежутки по 10 миллисекунд, каждый из которых преобразуется в 13 мел-кепстральных коэффициентов.

Соответственно, входными данными для нейронной сети стал массив, который разделяется на три уровня:

1. Основной массив, состоящий из набора звуковых файлов.
2. Каждый звуковой файл состоит из массива, элементы которого представляют разбиение файла по 10 миллисекунд.
3. Каждый из промежутков представлен массивом, состоящим из 13 элементов мел-кепстральных коэффициентов.

В ходе работы была реализована нейронная сеть, которая на момент написания статьи достигла точности в 70%. Нейронная сеть продолжает обучаться, и через определённое время она достигнет минимума потерь и ошибок при переводе речи в текст.

На данном этапе разработки нейронной сети для распознавания речи предусмотрена только работа с файлом, но в будущем планируется осуществить работу прямого ввода с микрофона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Долгая краткосрочная память, Википедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Долгая\\_краткосрочная\\_память](https://ru.wikipedia.org/wiki/Долгая_краткосрочная_память) (дата обращения: 08.03.2022).
2. LSTM – сети долгой краткосрочной памяти, Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/wunderfund/blog/331310/> (дата обращения: 08.03.2022).

3. Keras, Keras документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru-keras.com/> (дата обращения: 08.03.2022).
4. Оптимизатор Adam, Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/skillfactory/blog/525214/> (дата обращения: 08.03.2022).
5. Основы TensorFlow, TensorFlow [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tensorflow.org/guide/basics> (дата обращения: 08.03.2022).

## **ПОДСЕКЦИЯ 3.6**

### **МОЛОДЕЖНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ**

*Председатель секции – Костина М.А., доцент каф. УИ, к.т.н.;  
зам. председателя – Нариманова Г.Н., зав. каф. УИ, к.ф.-м.н.*

УДК 007.51

#### **РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРА ТУШЕНИЯ ПОЖАРА ГРАЖДАНСКИХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

*А.А. Абдувалиев, студент*

*Научные руководители: В.М. Саклаков, ассистент ОМИ;*

*В.В. Видман, ст. преп. ОИТ*

*г. Томск, НИ ТПУ, [aaa162@tpu.ru](mailto:aaa162@tpu.ru)*

Проведен обзор подходов к разработке тренажеров пожаротушения. Описан тренажер, предназначенный для моделирования тушения гражданских объектов, преодолевающий узкие места существующих аналогов.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, виртуальная реальность, тренажер пожаротушения.

Как в отечественном, так и в мировом опыте организации процессов пожаротушения существенную роль играют мероприятия по предотвращению пожаров [1]. Среди них можно выделить два основных направления деятельности:

1. Разработка и эксплуатация комплекса технических средств, призванного работать на защищаемых объектах в автоматическом режиме по заранее заданным протоколам.

2. Организация процессов сбережения жизни и здоровья людей, т.е. работа с человеческим фактором. Причем здесь речь может идти как о профильных специалистах [2], так и людей сторонних профессий [3].

Второе направление является областью интересов автора настоящей работы, которую более точно можно сформулировать следующим образом: разработка системы обучения действиям в условиях пожара на гражданских объектах. Данное направление исследований в

последнее время активно развивается вследствие разработки новых компьютерных технологий [4]. Однако существующие тренажеры чаще всего [5, 6]:

- 1) имеют ориентацию на государственные пожарные службы;
- 2) используют устаревшие технологии, не способствующие погружению в процесс.

Целью настоящей работы является разработка прототипа тренажера тушения пожара гражданских объектов с опорой на современные технологии виртуальной реальности. Для реализации использовался игровой движок Unreal Engine, на котором был разработан прототип программного обеспечения для очков виртуальной реальности. В настоящее время осуществлено моделирование нескольких ситуаций возникновения пожара, к примеру, тушение электрооборудования можно видеть на рис. 1.



Рис. 1. Симуляция тушение пожара электрооборудования

Одним из преимуществ разрабатываемого тренажера является возможность его использования как профильными специалистами, так и обычными сотрудниками средних и крупных организаций. Ориентация на зрительную и мышечную память может существенно увеличить эффективность восприятия учебного материала и, следовательно, действий в нештатной ситуации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексная безопасность // Безопасность труда в промышленности. – 2018. – № 8. – С. 88–90.

2. Полянко С.В. Особенности организации и методическое обеспечение занятий с курсантами на огневом тренажерном комплексе / С.В. Полянко, Т.С. Маркова // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. – 2015. – № 3(28). – С. 31–36.

3. Леонтьева М.А. Организация пожарно-профилактических мероприятий среди населения г. Уфы / М.А. Леонтьева, В.П. Перминов // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность – 2019): матер. I Междунар. науч.-практ. конф., Уфа, 10 апр. 2019 г. – Уфа: Уфим. гос. авиационный техн. ун-т, 2019. – С. 240–248.

4. Засыпкина М.М. Возможности применения цифровых технологий обучения в процессе профессиональной подготовки пожарных // Цифровые технологии, наука и образование: теоретические и практические исследования: матер. Всерос. науч.-практ. конф. аспирантов, соискателей, докторантов, научных руководителей, молодых ученых, специализирующихся в области образования, СПб., 09 июня 2021 г. – СПб.: Санкт-Петербургская академия постдипломного педагогического образования, 2021. – С. 80–85.

5. Компьютерное моделирование действий по тушению пожаров в социальных зданиях / Д.В. Тараканов, Д.Ю. Палин, А.В. Кузнецов, И.Ф. Саттаров // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 12-3. – С. 86–88.

6. Пожаркова И.Н. Мировая практика использования виртуальных тренажеров для формирования практико-ориентированных умений пожарных и спасателей // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. – 2021. – № 2(2). – С. 22–30.

УДК 007.51

## **СИМУЛЯТОР ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

*У.У. Аблокулов, студент*

*Научные руководители: В.М. Саклаков, ассистент ОМИ;*

*В.В. Видман, ст. преп. ОИТ*

*г. Томск, НИ ТПУ, ula4272@gmail.com*

Дается описание проблемы обучения персонала промышленных объектов действиям в условиях пожара. Предложена разработка симулятора виртуальной реальности, предназначенного для моделирования тушения промышленных объектов.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, промышленная безопасность, виртуальная реальность, тренажер пожаротушения.

Требования к пожарной безопасности гражданских объектов складываются из множества факторов преимущественно бытового характера. Главным источником риска при соблюдении строительных

технологий является нарушение правил пожарной безопасности самим человеком [1]. Зачастую на таких объектах отсутствуют сложные технические системы предотвращения или ликвидации пожаров, а противопожарная квалификация эксплуатантов помещений остается низкой. Иная ситуация присутствует на промышленных объектах: здесь ситуация обратная – как правило, персонал обладает хотя бы базовыми навыками действий в нештатной ситуации, а помещения обеспечены системами пожарной безопасности, т.к. могут обладать источниками повышенной пожароопасности.

Процесс подготовки персонала к действиям в случае возникновения возгорания часто воспринимается как формальная необходимость в сухом заучивании теоретического материала. С другой стороны, обучение профильных специалистов, более мотивированных на данную работу, сталкивается с недостатком или дороговизной технических средств для обучения [2, 3].

Целью автора является разработка симулятора тушения пожаров промышленных объектов на современных технологиях виртуальной реальности, обеспечивающих достаточный уровень погружения обучаемых.

При создании прототипа симулятора, предназначенного для очков виртуальной реальности, использовался игровой движок Unreal Engine. В настоящий момент для проекта разработано:

1. Несколько типовых помещений с промышленным оборудованием, а также офисными и рабочими помещениями для персонала.
2. Несколько типовых сценариев возгорания, вызванных нарушением нормативов по искробезопасности, взрывобезопасности, пожарной безопасности бытового и промышленного электрооборудования.
3. Реализован базовый алгоритм движения и взаимодействия с подвижными объектами окружающей среды, в том числе неигровыми персонажами, основным персонажем.

Текущим результатом проекта является набор помещений с системой триггеров, активирующих сценарии возгорания при прохождении соответствующих меток игровым персонажем. На рис. 1 можно видеть процесс тушения цеха, содержащего цистерны с легковоспламеняющейся жидкостью.

Дальнейшим развитием проекта будет, помимо разработки новых помещений, внедрение моделей искусственного интеллекта, формирующего процесс пожара не предсказуемым для пользователя способом. Также планируется внедрение симуляции пожарника, ориентированной на тушение во взаимодействии с неигровыми персонажами (ботами) [4].



Рис. 1. Симуляция тушения пожара горючих жидкостей

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 9 месяцев 2021 г. Отчет Департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://39.mchs.gov.ru/uploads/resource/2021-11-01/11-statisticheskie-dannye\\_1635768651911545997.docx](https://39.mchs.gov.ru/uploads/resource/2021-11-01/11-statisticheskie-dannye_1635768651911545997.docx) (дата обращения: 14.03.2022).
2. Пожаркова И.Н. Анализ мирового опыта применения VR-технологий для формирования практико-ориентированных умений специалистов в области пожарной безопасности // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф., Железногорск, 23 апреля 2021 г. – Железногорск: ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия», 2021. – С. 387–392.
3. Польшко С.В. Особенности организации и методическое обеспечение занятий с курсантами на огневом тренажерном комплексе / С.В. Польшко, Т.С. Маркова // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. – 2015. – № 3(28). – С. 31–36.
4. Тараканов Д.В. Использование агентного моделирования при тушении пожаров в зданиях / Д.В. Тараканов, М.О. Баканов, Д.Ю. Захаров // Августовские научные чтения: сб. науч. трудов по матер. II и IV Междунар. науч.-практ. конф., Смоленск, 16–31 августа 2017 г. – Смоленск: НОВАЛЕНСО, 2017. – С. 161–164.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ LORA ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТОМ**

**Я.И. Антоненко, каф. УИ**

*Научный руководитель М.Е. Антипин, доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.  
Проект ГПО УИ-2004. Самонастраивающийся автономный комплекс  
дистанционного мониторинга территории  
г. Томск, ТУСУР, antonenkoiana@yandex.ru*

Описан проект по созданию мобильного автономного комплекса дистанционного мониторинга. Спроектирована система передачи данных через технологию LoRa, подобран подходящий контроллер.

**Ключевые слова:** технология LoRa, протокол LoRaWAN, микро-контроллер.

Технологии передачи информации очень востребованы в настоящее время. Они оказывают прямое влияние на формирование жизни человечества. Благодаря развитию сетей передачи информации в настоящее время существуют эффективные способы взаимодействия между людьми, объектами на расстоянии. Один из таких способов используется в проекте МАК.

МАК – это проект по созданию мобильного автономного комплекса дистанционного мониторинга территории. Основная задача данного устройства – вести круговой обзор территории без предварительной настройки и обеспечивать своевременную сигнализацию о каких-либо нарушениях в центр управления.

И так как в данном проекте стояла задача дистанционного наблюдения за объектом удаленно, следовательно, в проекте была применена технология передачи данных.

Технологией, рассматриваемой в данной проекте, является LoRaWAN. LoRaWAN способен обеспечить большинство требований IoT, включая срок службы, безопасность сети, низкую стоимость внедрения и т.д. Протокол LoRaWAN может использоваться в различных областях, например, наблюдение за объектами на удаленной территории, безопасность дома, мониторинг загрязнения воздуха и др. [1].

LoRaWAN – это протокол, созданный для использования физического уровня LoRa. Его предназначение состоит в основном для датчиков сети, в которой датчики обмениваются пакетами с сервером с низкой скоростью передачи данных и относительно длинным временем. И для того, чтобы минимизировать время передачи информации и увеличить ее скорость, было принято решение преобразовывать полученные изображения с помощью арифметики изображений, а также

делить кадры на биты, что значительно уменьшает время передачи информации.

При низкой скорости передачи данных LoRa имеет функцию передачи информации на большие расстояния, что позволяет ему эффективно работать в условиях помех или минимального уровня шума, что является большим преимуществом при работе с данным проектом [1].

Архитектура сети LoRaWAN представляет собой так называемую «типологию звезд» (рис. 1). Иными словами, конечные устройства обмениваются данными со шлюзами, используя LoRa с LoRaWAN. Шлюзы, в свою очередь, пересылают необработанные изображения на сетевой сервер через транзитный интерфейс с высокой пропускной способностью. Таким образом, шлюзы являются двунаправленными реле, причем сетевой сервер отвечает за декодирование пакетов, отправляемых устройствами, и генерацию пакетов, которые должны быть отправлены обратно [3].

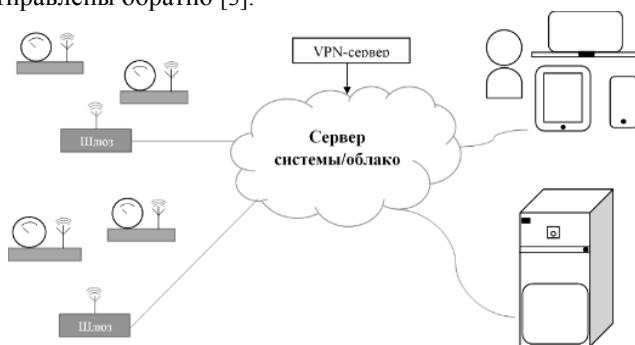


Рис. 1. Архитектура сети LoRa

Для обеспечения передачи данных, в проекте МАК был использован микроконтроллер ESP32. ESP32 – это микроконтроллер с низким энергопотреблением, что является важным фактором для технологий IoT. В систему интегрирован радиочастотный тракт: симметрирующий трансформатор, встроенные антенные коммутаторы, радиочастотные компоненты, малозумящий усилитель, усилитель мощности, фильтры и модули управления питанием. Микроконтроллер программируется в среде ArduinoIDE [2]. Это программное обеспечение, позволяющее легко писать код и загружать его на плату.

Для подключения платы необходим программатор.

На данный момент скетч для передачи данных с помощью микроконтроллера ESP32 и радиомодуля LoRa создан и успешно протестирован [4] (рис. 2).

Таким образом, в ходе реализации проекта была спроектирована система передачи данных между устройствами, подобраны микро-

контроллер, радиомодуль, был написан и протестирован скетч для передачи данных с помощью микроконтроллера ESP32 и радиомодуля LoRa.

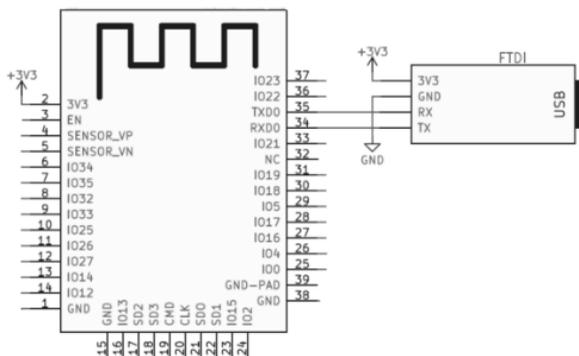


Рис. 2. Схема подключения программатора к микроконтроллеру ESP32

В дальнейшем предполагается рассмотреть усовершенствование и оптимизацию принятых решений и провести разработку финального вида устройства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технология LoRa [Электронный ресурс]. – URL: <http://lo-ra.ru/> (дата обращения: 17.01.2022).
2. Arduino [Электронный ресурс]. – URL: <http://arduino.ru/> (дата обращения: 17.01.2022).
3. LoRa – технология беспроводной связи для IoT [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:LoRa\\_технология\\_беспроводной\\_связи\\_для\\_IoT](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:LoRa_технология_беспроводной_связи_для_IoT) (дата обращения: 17.01.2022).
4. Программирование устройств на основе модуля ESP32. [Электронный ресурс]. – URL: [https://habr.com/ru/company/epam\\_systems/blog/522730/](https://habr.com/ru/company/epam_systems/blog/522730/) (дата обращения: 17.01.2022).

УДК 62-783.1

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В ЛАБОРАТОРИИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ МАНИПУЛЯТОРОВ

*Е.А. Архипова, магистрант каф. УИ*

*Научный руководитель М.Е. Антипин, доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.  
г. Томск, ТУСУР, [katy-1997@list.ru](mailto:katy-1997@list.ru)*

Рассмотрены особенности действующей системы охранной сигнализации, ее недостатки, а также цели и задачи проектирования системы и требования к ней.

**Ключевые слова:** лаборатория, охранная сигнализация, умный дом, датчик, канал GSM, оповещение, пультовая система.

Система охранной сигнализации – это комплекс устройств, предназначенных для контроля территорий и различных объектов недвижимости, выявления противоправных действий, направленных на хищение и повреждение имущества различных форм собственности. Главными ее задачами являются обнаружение несанкционированного проникновения и нарушителя, формирование сигналов и извещения в нужном формате и их передача, постановка и снятие с охраны защищаемого объекта/территории [1].

В ноябре 2021 г. ТУСУР совместно с пермской компанией Promobot открыли лабораторию робототехнических манипуляторов на базе факультета инновационных технологий для всех студентов вуза [2]. Лаборатория позволит проводить практические занятия по программированию и робототехнике в формате дистанционных и очных лабораторных работ для студентов, станет площадкой для проведения группового проектного обучения, научных исследований, мастер-классов для школьников и абитуриентов и других мероприятий образовательного и научного характера [3].

Для поддержания безопасности условий проводимых мероприятий на заданной территории было решено оборудовать аудиторию современной системой охранной сигнализации, отвечающей всем требованиям безопасности. Так как лаборатория предназначена не только для внутренних мероприятий, но и для привлечения и приглашения новых лиц, стоит рассмотреть реализацию разветвленной системы охранной сигнализации, или умного дома. В перспективе возможны приобретение и установка аналогичной системы для других аудиторий университета.

Для начала следует протестировать один комплект приборов для одной аудитории для учета всех особенностей приборов и удобства их расположения на месте установки, проведения проверки их работоспособности за отведенное время, проработке сценариев их действий. Впоследствии возможна не только покупка оборудования и их установка, но и использование их как учебных комплектов для проведения практик или лабораторных работ по робототехнике.

Исходя из недостатков действующей системы сигнализации, предлагаются решения для их устранения и применения для установки системы сигнализации (таблица).

Наличие вышеприведенных требований для проектирования системы охранной сигнализации предполагает удобство реализации системы умного дома для лаборатории робототехнических манипуляторов, поскольку она включает в себя решение основных задач:

– одновременное использование нескольких каналов передачи данных и их расширение путем использования большого количества приборов;

- дистанционный контроль датчиков и исполнительных устройств;
- использование различных сценариев действий устройств;
- возможность быстрого оповещения пользователей и мгновенного реагирования на событие.

**Формирование решений для проектирования системы охранной сигнализации**

Особенности действующей системы	Недостатки действующей системы	Решения для будущей системы
Проводная неадресная система	Невозможность распознавания среагировавшего датчика	Увеличение количества шлейфов
		Настройка проводной или беспроводной адресной системы
Один канал передачи информации	При сбоях и прерываниях связи система перестает быть рабочей	Подключение других каналов передачи
Пультовая система	Нет оповещений пользователям	Подключение канала GSM, мобильного приложения
	Звонок для отмены приезда охранной службы	
Постановка и снятие с охраны только охранниками	Нет возможности самостоятельной постановки и снятия	Использование мобильного приложения, GSM-канала для передачи команд
Проверка работоспособности оборудования вручную	Нет возможности определения работоспособности удаленно	Использование мобильного приложения
Отсутствие дистанционного наблюдения и управления приборами	Нет контроля за состоянием аудитории – наличия людей, истории посещения	Использование мобильного приложения
	Отсутствие оповещений об отключении интернета или электричества, снижении баланса SIM-карты	
	Отсутствие автоматических сценариев взаимодействия устройств по событиям и расписанию	
	Хранение и просмотр истории событий по каждому объекту	

## ЛИТЕРАТУРА

1. Охранно-пожарная сигнализация // МВД России. Энциклопедия. – М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2002.
2. Лаборатория робототехнических манипуляторов открылась в ТУ-СУРе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tusur.ru/novosti-imeropriyatiya/novosti/prosmotr/-/novost-laboratoriya-robototekhnicheskikh-manipulyatorov-otkrylas-v-tusure> (дата обращения: 02.02.2022).
3. Робототехника без границ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tomsk.kp.ru/daily/26624/3643743/> (дата обращения: 03.02.2022).

УДК 004.71

### РАЗРАБОТКА БЛОКА ВЫХОДНОЙ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ETHERNET-КОММУТАТОРА

*И.А. Чащин, магистрант ИШНКБ*

*Научный руководитель М.А. Костина, доцент ИШНКБ, к.т.н.  
г. Томск, ТПУ, [iac11@tpu.ru](mailto:iac11@tpu.ru)*

Рассмотрен принцип работы выходной диспетчеризации Priority-Based Deficit Weighted Round Robin.

**Ключевые слова:** Ethernet-коммутатор, качество обслуживания, QoS, выходная диспетчеризация.

Одной из важных проблем создания современного коммутатора является обеспечение требуемого качества обслуживания (quality of service). Под понятием «качество обслуживание» понимается система обеспечения различным классам трафика разных приоритетов в обслуживании, таким образом, для разных классов трафика будут разные метрики сети: процент потерь, задержки и джиттер. При работе без перегрузок QoS не требуется, однако в случае поступления на выход порта трафика большего, чем его полоса, пропускания, возникают проблемы с метриками сети.

Для обеспечения требуемого качества обслуживания применяется множество механизмов сортировки, анализа и оценки трафика. Последним из них является механизм выходной диспетчеризации. Блок выходной диспетчеризации определяет, кадр какой очереди должен быть отправлен на выход порта, и, таким образом, формирует выходную очередь. Нужно понимать, что этот механизм работает, когда переполнение уже произошло, а не предотвращает его. Задача механизма заключается в том, чтобы впереди оказались кадры, требовательные к задержкам и джиттеру, но при этом дать хоть какую-то полосу для остальных очередей.

На сегодняшний момент самым лучшим алгоритмом выходной диспетчеризации считается Priority-Based Deficit Weighted Round Robin (PB-DWRR). Рассмотрим блок, работающий по алгоритму PB-DWRR, разработанный на SystemVerilog для Cyclone V, блок является частью проекта разработки коммутатора на Cyclone V.

Алгоритм последовательно проходит все очереди, начиная со старшей и заканчивая младшей. Переход к следующему приоритету зависит от принципа диспетчеризации, применяемый к очереди. В алгоритме предусмотрено 2 принципа диспетчеризации.

Первый принцип – DWRR – Deficit Weighted Round Robin.

Очередь имеет отдельную кредитную линию в байтах. При проходе из очереди выпускается столько пакетов, на сколько хватает кредита. Из суммы кредита вычитается размер того пакета, что в голове очереди. Если разность больше нуля, этот пакет изымается и проверяется следующий. Так до тех пор, пока разность не окажется меньше нуля. Затем алгоритм переходит к следующей очереди. Кредит обновляется в конце каждого цикла.

Второй принцип PB – Priority-Based.

В данном случае очередь имеет безлимитный кредит, т.е. получает доступ к выходу порта до тех пор, пока не кончатся кадры, либо не появится более высокий приоритет с правом доступа.

Применять PB-диспетчеризацию нужно как можно аккуратнее, так как при спаме высокоприоритетной очереди с PB-диспетчеризацией низкие приоритеты получают доступ к выходу только в самом конце, что вызовет огромный джиттер между пакетами.

В самой распространенной вариации исполнения по принципу PB работает только высшая очередь, которая предназначена для служебных кадров, остальные – по принципу DWRR, однако из-за специфичных задач, например в радиовещании, было решено сделать выбор принципа работы для каждой очереди.

Также бывает разный подход к кредиту в DWRR. В каких-то вариациях допускается отрицательный счет лимита (при условии, что до вычета он был положительным), а в каких-то нет. В разработанной вариации допускается отрицательный счет лимита, т.к. это использует меньше логических элементов.

Описанный выше алгоритм был реализован на языке SystemVerilog. Эффективность работы алгоритма была проверена экспериментально.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мурсаев А.Х., Буренева О.И. Практикум по проектированию на языках VerilogHDL и SystemVerilog: учеб. пособие. – М.: Лань, 2018. – 120 с.
2. Губарев Ф.А., Андриющенко О.И. Цифровые устройства: практикум. – Томск: ТПУ, 2012. – 102 с.

3. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – 4-е изд. – СПб.: Питер Пресс, 2015.
4. Аверин В.Г. Компьютерные сети и телекоммуникации. – 3-е изд. – Екатеринбург: Юниверс Пресс, 2009.
5. Хилл Б. Полный справочник по Cisco. – М.: Вильямс, 2004.
6. Построение коммутируемых компьютерных сетей // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/3591/833/lecture/14251?page=5>, свободный (дата обращения: 25.02.2022).
7. Cisco StackWise and StackWise Plus Technology // Cisco [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/switches/catalyst-9000/nb-06-cat-9k-stack-wp-cte-en.pdf>, свободный (дата обращения: 26.05.2020).

УДК 615.47:006.354

## **ОБЗОР МЕДИЦИНСКИХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ СИСТЕМ**

*Б.В. Дорошенко, аспирант НИ ТПУ;*

*А.И. Солдатов, проф. ИШНКБ НИ ТПУ, каф. УИ ТУСУР, д.т.н.*

*г. Томск, ТУСУР, НИ ТПУ, doroshenko@tpu.ru*

Рассматриваются виды аппаратуры для ультразвуковой диагностики, проанализированы их недостатки и положительные качества.

**Ключевые слова:** УЗИ, TFM-метод.

В наше время трудно представить лечение без диагностических центров. Одним из важных для пациентов становится вопрос точности диагноза заболевания. Для обследования и выявления ранних очагов заболеваний применяют (УЗ) сканеры – они с большой вероятностью помогут с определением зоны и места заболевания. Данный метод диагностирования имеет ряд положительных свойств: безвредность (отсутствие лучевой нагрузки); кратковременность исследования; возможность получения информации в реальном времени; низкая стоимость процедуры, доступна для широких слоев населения с разным уровнем достатка.

Существуют и недостатки, например, в результате исследования возникают помехи из-за неоднородности среды организма; большие объемы данных, полученных при исследовании, и их обработка; хранение большого объема данных.

Для диагностики можно отметить три основных типа медицинских сканеров в зависимости от используемых режимов работы: аппараты для ультразвуковой диагностики (УЗ) (рис. 1, *a*), аппараты для ультразвуковой диагностики со спектральным доплером (УЗИ)

(рис. 1, б), аппараты с системой ультразвуковой диагностики с использованием цветового доплеровского картирования (УзС) (рис. 1, в).

**Аппараты для ультразвуковой диагностики (УЗ).** Используют для получения двухмерного черно-белого акустического изображения.

**Аппараты для ультразвуковой диагностики со спектральным доплером (УЗИ).** Помимо отображения двухмерного черно-белого изображения оценивают спектр кровотока доплеровским методом.

**Аппараты с системой ультразвуковой диагностики с использованием цветового доплеровского картирования.** Помимо режимов, которые имеют УЗ-сканеры, этот класс приборов позволяет отображать двухмерное распределение скоростей кровотока и отображать серошкальное изображение тканей (рис. 1, в).

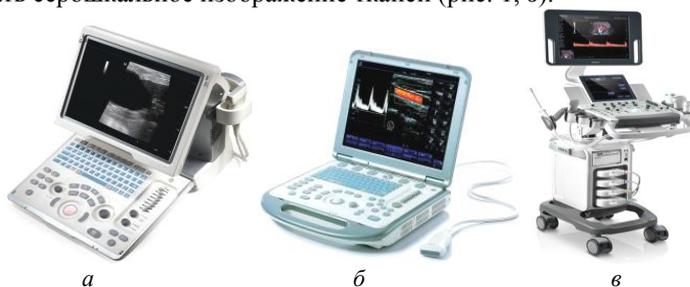


Рис. 1. Ультразвуковые приборы для диагностики:

*a* – аппарат для ультразвуковой диагностики,

*б* – аппарат для ультразвуковой диагностики со спектральным доплером,

*в* – аппарат с системой ультразвуковой диагностики с использованием цветового доплеровского картирования

На сегодняшний день многие компании в разных странах производят медицинские ультразвуковые системы: SonoScape (китай), Samsung Medison (Южная Корея), Esaote mylab (Италия), Toshiba (Япония), РуСкан (Россия). Заметный скачок в развитии ультразвукового контроля произошел с развитием микропроцессоров и цифровой обработкой сигналов. Метод фазированных решеток считается одним из перспективных в области диагностирования. Принцип этого метода заключается в последовательном возбуждении множества элементов, из которых состоит матричная решетка (преобразователь). Все элементы возбуждаются по заранее определенной схеме. Это позволит сгенерировать ультразвуковой луч и сфокусировать в нужной нам области. Также мы сможем изменять его параметры: фокусное расстояние, размер и угол ввода. Метод постобработки полного набора данных акустической решетки называют Total focusing method (TFM). Этот метод стал успешно применяться и развиваться с появлением

многоядерных компьютеров. С учетом всех возможных комбинаций акустической решетки алгоритм TFM позволяет сделать такой набор данных, при которых мы можем рассчитать амплитуду сигналов в каждой точке контроля суммировав амплитуду сдвинутых А-сканов во времени.

Полученный набор данных из полной комбинации излучатель – приемник образует матрицу данных:

$$S_{ij}(t) = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & A_{2n} \\ A_{n1} & A_{n2} & A_{nn} \end{pmatrix},$$

где  $A_{ij}$  – А-скан, полученный  $j$ -м приемником при излучении  $i$ -м излучателем.

Уникальность закона задержки обусловлена фокусировкой в каждой зоне контроля. Матрица расстояний  $\mathbf{D}_{ikl}$  от излучателя до каждой точки зоны контроля будет иметь размерность  $nx \times ny \times ne$ . Матрица расстояний  $\mathbf{D}_{ikl}$  от каждой точки зоны контроля до приемника будет иметь ту же размерность  $nx \times ny \times ne$ . Индексы члена матрицы подчиняются условиям:

$$1 \leq i \leq ne, 1 \leq j \leq ne, 1 \leq k \leq nx, 1 \leq l \leq ny,$$

$x, y$  – координаты точки фокусировки.

Применение этого метода в медицине ограничено из-за невозможности получить изображение в реальном времени. Большинство ранее рассмотренных УЗ-аппаратов имеют в своем арсенале около 128 элементов, каждый из которых производит данные до 20 кб. При использовании TFM-метода общее количество А-сканов будет  $128 \times 128 = 16384$ , а общий объем данных, получаемых с акустической решетки, будет около 327 Мб. Для получения немелькающего изображения необходимо использовать 30 кадров в секунду, с учётом этого общий объем данных будет около 9 Гб. Такие объемы требуют очень большого хранилища данных, а также идет очень долгая реконструкция изображения. Одним из путей уменьшения данных является использование различных методов сжатия. Анализ этих методов будет проведен в следующей статье.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Hunter A.J., Drinkwater B.W., Wilcox P.D. The wavenumber algorithm for full-matrix imaging using an ultrasonic array // Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, IEEE Transactions on. – 2008. – Vol. 55(11). – P. 2450–2462.
2. Thomenius K. Evolution of Ultrasound Beamformers // IEEE Ultrasonics Symposium, 1996. – Vol. 2. – P. 1615–1622.

## ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПАЛЕОНТОЛОГИИ

*В.С. Филатова, студентка каф. УИ*

*Научный руководитель Е.П. Губин, доцент каф. УИ  
г. Томск, ТУСУР, fvs018@mail.ru*

Рассматриваются возможности 3D-печати в палеонтологии на примере проекта палеонтологического музея ТПУ по восстановлению первоначального вида скелета мамонта, а также освещается актуальность и необходимость развития крупногабаритной 3D-печати.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, 3D-печать, крупногабаритная печать, палеонтология, материалы для 3D-печати.

Одним из трендов в мире аддитивных технологий является объединение 3D-печати с традиционными методами производства. Сдвиг в сторону упрощённого производства продуктов не только помогает в развитии технологии, но и приводит к распространению и развитию совместных проектов между различными в отраслевом плане компаниями. Один из примеров – проектное взаимодействие музеев палеонтологии и студий 3D-печати.

В мире использование 3D-печати в палеонтологии широко распространено, в то время как Россия все еще отстает. Одна из причин – необходимость в оборудовании с широкоформатной 3D-печатью.

В этой статье стоит задача показать актуальность применения крупногабаритной 3D-печати на примере проекта «Восстановление первоначального вида скелета мамонта».

Трёхмерные изображения ископаемых организмов классически были неотъемлемой частью палеонтологических исследований. Первые исследователи использовали формы и слепки, чтобы поделиться копиями ископаемых организмов с другими исследователями и общественностью. Позже для визуализации окаменелостей в трех измерениях стали использоваться цифровые копии, созданные с помощью сканирования поверхности и компьютерной томографии.

3D-печать выгодна для палеонтологов, которые хотят воспроизвести окаменелости. В частности, печать позволяет исследователям извлекать окаменелости из их матрицы и манипулировать образцами с искажениями.

Используя 3D-сканирование, палеонтологический музей ТПУ отсканировал и преобразовал в 3D-модель кости сибирского мамонта. В связи с тем, что обнаруженные кости мамонта не сохранились полно-

стью, сотрудники палеонтологического музея ТПУ, обратились в компанию Diva-3D для воссоздания полного скелета животного. Недостающие детали были доработаны сотрудниками музея.

Сейчас проект находится на стадии планирования. Для успешного и качественного выполнения такого проекта необходимо подобрать материал, чтобы предотвратить появление риска преждевременного разрушения изделия, появления желтизны, рисков, связанных с изменениями среды вокруг макета, рисков случайного повреждения.

Требования к материалу для данного проекта: атмосферостойкость, ударопрочность и долговечность. Для этого было исследовано четыре вида пластика. Их сравнение по критериям представлено в табл. 1.

Таблица 1

**Сравнение пластиков для 3D-печати по трем основным критериям**

	Атмосферостойкость	Ударопрочность	Долговечность
PLA	Неатмосферостойкий	Гибкий	Биоразлагаемый
ABS	Неатмосферостойкий	Хрупкий	Небиоразлагаемый
ASA	Атмосферостойкий	Ударопрочный	Небиоразлагаемый
PETG	Атмосферостойкий	Ударопрочный	Небиоразлагаемый

Исследование различных материалов показало, что самыми оптимальными решениями будут пластик и PETG и ASA, имеющие одинаковые нужные нам свойства. Но при анализе цен выбор пал на более дешевый – PETG-пластик.

Следующим шагом был просчет необходимого количества пластика, и планирование по времени печати, представленные в табл. 2. Для того чтобы посчитать необходимое количество пластика, предоставленная модель мамонта загружалась по каждой кости в программу-слайсер Cuga при задании определенных настроек, учитывающих, что кости мамонта внутри должны быть полыми, а также учитывая габариты каждой кости.

Время печати такого крупного объекта значительно ниже за счет того, что широкоформатная 3D-печать позволяет не разбивать крупные модели на отдельные части, а сразу печатать их. В таком случае сокращается время не только 3D-печати, но и время на обработку, склейку и покраску детали.

Таблица 2

**Стоимостные и временные затраты на изготовление частей скелета мамонта**

Количество деталей	Масса пластика, кг	Время печати, сут	Стоимость всего пластика, руб.
94	60	11	123 000

В планирование проекта по времени, кроме планирования по времени печати, включается также время на покраску и обработку каждой детали, время на сборку конструкции.

Данный проект показывает важность и крупногабаритной 3D-печати на территории России, а также важность современных технологий для развития палеонтологических исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Johnson E.H. Defossilization: A Review of 3D-Printing in Experimental Paleontology / E.H. Johnson, A.M. Carter. – Philadelphia: United States, 2019.

УДК 331.101.23

### ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ БИЗНЕС-МОДЕЛИ В СТАРТАПЕ

*В.С. Филатова, студентка каф. УИ*

*Научный руководитель Е.П. Губин, доцент каф. УИ*

*г. Томск, ТУСУР, fvs018@mail.ru*

Рассматриваются особенности составления бизнес-моделей в стартапе, рассматриваются принципы бережливого стартапа как стратегии улучшения бизнес-процессов.

**Ключевые слова:** бизнес-модель, стартап, бережливый стартап, пивот в стартапе.

Основной причиной того, что компания не смогла продержаться длительное время, является неправильно построенная бизнес-модель. Стартапы живут в условиях высокой рискованности, а потому, чтобы понять: будет ли дальше существовать стартап, принесет ли он прибыль, окупит ли вложенные в него силы, необходимо оценить всю бизнес-модель стартапа на ранней стадии.

Суть бизнес-модели заключается в том, что она закрепляет потребности клиентов, определяя, какую ценность коммерческое предприятие представляет для клиентов, как оно их привлекает и как оно может принести прибыль.

Когда концепция бизнес-модели только зарождалась, ее основной целью было поставить компании на службу делу трансформации к более устойчивой экономической системе и предоставить рычаги для интеграции соображений устойчивости в организации и помочь компаниям в их развитии [2].

Бизнес-модель должна отвечать на вопросы, связанные с целевой аудиторией, ценностными преимуществами компании и ее продукции, показывать потоки доходов, каналы сбыта и структуру издержек.

Небольшие команды обычно не хотят тратить время и ресурсы на прописывание всех этих процессов. Стартапу необходимо постоянное развитие и фактическое подтверждение, из-за среды высоких рисков. Стартап должен обучаться потребностям целевой аудитории, наблюдать за ее реакцией и проверять все идеи и гипотезы опытным путем.

Одна из стратегий, которая может помочь с устойчивым развитием стартапа, – стратегия бережливого стартапа [5]. Данная стратегия подразумевает процесс постоянного исследования бизнес-модели, корректировки, улучшения, пересмотра, создания, развития, принятия и трансформации. Стратегия нацелена на снижение затрат, оптимизацию процессов, внедрение новых продуктов, выход на новые рынки и, в конечном итоге, улучшение финансовых показателей.

По этой стратегии MVP предлагается рынку, стартап получает обратную связь от потребителей или аудитории, собирает эмпирические данные и выявляет реальные потребности, совершенствуя продукт и исправляя ошибки.

В центре внимания стоит вопрос о том, должен ли стартап принять решение о пивоте или о продолжении деятельности.

Пивот – это изменение стартапа путем превращения первоначальной идеи во что-то совершенно иное – развитие или упрощение идеи [6]. Вместе с этим процессом может происходить изменение целевой аудитории, назначения стартапа, каналов сбыта и т.д.

Бизнес-модель должна быть чем-то большим, чем просто хороший логичный способ ведения бизнеса. Устойчивая модель должна удовлетворять конкретные потребности клиентов. Она вызывает потребность в инновационных формах подхода к клиентам и, безусловно, направляет стратегии предприятий по увеличению прибыли для достижения превосходных результатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Business Model Innovation Based on New Technologies and Its Influence on a Company's Competitive Advantage / Adam Dymitrowski, Paweł Mielcarek. – Poland: Poznań, 2021.

2. The Business Model Innovation and Lean Startup Process Supporting Startup Sustainability / Vinicius Figueiredo de Faria, Vanessa Pereira Santos, Fernando Hadad Zaidan // International Conference on Health and Social Care Information System and Technologies 2020. – 2021.

3. Разработка бизнес-модели стартапа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studme.org/389422/menedzhment/razrabotka\\_biznes\\_modeli\\_startapa](https://studme.org/389422/menedzhment/razrabotka_biznes_modeli_startapa), свободный (дата обращения: 12.03.2022).

4. Черненко М. Бизнес-модель будущего / М. Черненко, Е. Юзькова. – Certified Management Consultant.

5. Асташов В.В. Бережливый стартап // Вестник науки. – 2019.

6. Петренко В.А. Методологии управления стартап-проектами / В.А. Петренко, Н.Г. Демьяненко, А.А. Крбкова // Проблемы экономики и менеджмента. – 2017.

7. Кривошей А.Д. Инновационная модель ведения бизнеса «Pivot» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/67052/375.pdf?sequence=1>, свободный (дата обращения: 12.03.2022).

УДК 338.24.01

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ НОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

*О.В. Гальцева, студентка*

*Научный руководитель Г.Н. Нариманова, зав. каф. УИ, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, [olga.v.galtseva@tusur.ru](mailto:olga.v.galtseva@tusur.ru)*

Отражены особенности производственных процессов в условиях новой промышленной революции, связанные внедрением различных технологий, которые значительно ускоряют эти производственные процессы. Представлено технологическое содержание изменений в условиях новой промышленной революции. Данные перспективные научные области могут быть освоены только совместными усилиями различных организаций, НИИ и вузов с привлечением студентов вуза к проектной деятельности.

**Ключевые слова:** промышленная революция, производство, киберфизические системы, цифровизация, цифровые двойники.

Наше общество на данный момент вовлечено в процессы серьезных изменений организации жизни и производства в условиях перехода к новой промышленной революции, масштабы которой многими исследователями сопоставляются с масштабами подобных революций конца XIX в. [1, 2].

Продолжительное время ведутся активные обсуждения, в чем будет заключаться технологическое содержание этих изменений, какие технологии будут ядром технологических прорывов современности (рис. 1).

Согласно [3], особое место отводится информационным технологиям, которые в настоящее время направлены на создание производственных систем нового уровня с массовым внедрением в производство «киберфизических систем», что влечет создание новых производственных концепций.

Киберфизические системы пока не имеют однозначного определения [4]. Эти системы объединяют научные составляющие несколь-

ких сфер. Они характеризуются плотным взаимопроникновением вычислительных и физических процессов, которые оптимизируют процессы управления на основании данных извне.

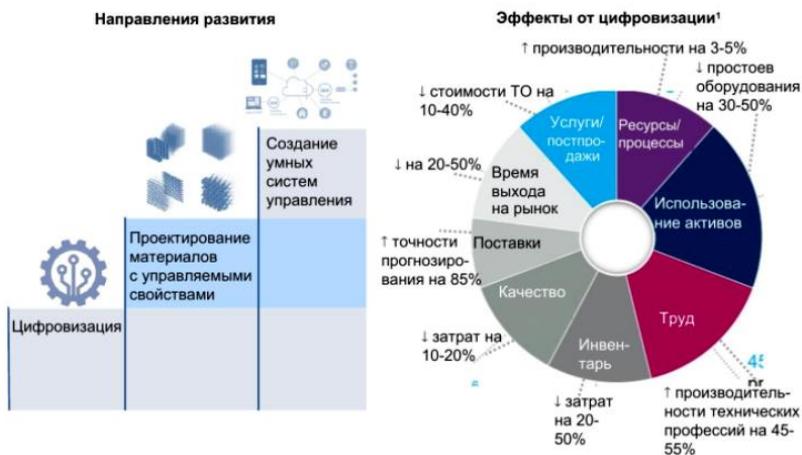


Рис. 1. Направления развития и эффекты от цифровизации как элементы технологического содержания новой промышленной революции [5]

К примеру, компания Toshiba использует принцип киберфизических систем в своём проекте виртуальной электростанции, которая применяет технологии интернета вещей, чтобы координировать работу распределённых источников энергии (солнечной, водородной и энергии ветра), потребляющих её электротранспортных средств и систем хранения/накопления энергии (рис. 2).

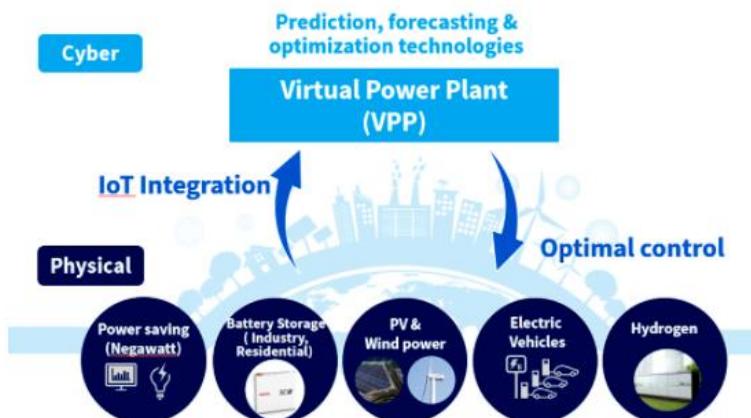


Рис. 2. Схема виртуальной электростанции (Toshiba, Япония) [4]

Также отдельно стоит отметить, что первым этапом озвученных процессов будет глобальная цифровизация, когда оцифрованию подвергнутся все объекты, которые возможно оцифровать. Это приведет к созданию моделей этих объектов с полным описанием их параметров, т.е. будут созданы их цифровые двойники.

Стоит отметить, что на этом этапе также будут созданы цифровые двойники каждого человека с полной информацией о нем. Уже сейчас активно ведется работа над созданием таких цифровых двойников.

Объектом интереса вуза всегда будет будущий абитуриент, а он, в свою очередь, ежедневно активно использует информационные технологии в своей жизни, оставляя цифровой след.

В ближайшем будущем при поступлении в вуз о претенденте уже будет известна полная информация в цифровой форме, которая будет содержать сведения, где и когда он участвовал в научных и спортивных мероприятиях, его интересы, предпочтения и достижения, т.е. работать будут с цифровой копией абитуриента.

Таким образом, озвучены обширные и перспективные научные области, которые смогут быть разработаны только совместными усилиями различных организаций, НИИ и вузов с привлечением студентов вуза к проектной деятельности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасов И.В. Технологии индустрии 4.0: Влияние на повышение производительности промышленных компаний // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – № 2. – С. 62–69.

2. Шваб К., Дэвис Н. Технологии четвертой промышленной революции = Shaping The Fourth Industrial Revolution. – М.: Эксмо, 2018. – 320 с.

3. Sanfelice R.G. Analysis and Design of Cyber-Physical Systems. A Hybrid Control Systems Approach / R.G. Sanfelice, D. Rawat, J. Rodrigues, I. Stojmenovic // Cyber-Physical Systems: From Theory to Practice. – CRC Press, 2016.

4. Киберфизические системы в современном мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/toshibarus/blog/438262/>, свободный (дата обращения: 03.03.2022).

5. McKinsey & Company. Industry 4: How to navigate digitization of the manufacturing sector [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/Operations/Our%20Insights/Industry%2040%20How%20to%20navigate%20digitization%20of%20the%20manufacturing%20sector/Industry-40-How-to-navigate-digitization-of-the-manufacturing-sector.ashx>, свободный (дата обращения: 03.03.2022).

## **ERP-СИСТЕМЫ: ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Т.Б. Колкобаев, студент каф. УИ*

*Научный руководитель Е.П. Губин, доцент каф. УИ*

*г. Томск, ТУСУР, ktb018@mail.ru*

Рассматриваются плюсы и минусы ERP-систем, критерии выбора ERP-систем для успешного внедрения системы на предприятие.

**Ключевые слова:** ERP-система, ресурсы предприятия, внедрение.

Выбор наилучшей технологии и программного обеспечения для использования в производственном процессе – обычное препятствие, с которым сталкиваются многие производители. Именно здесь на помощь приходит программное обеспечение для планирования ресурсов предприятия, потому что оно может легко управлять/контролировать ваше производство и гарантировать, что производство осуществляется в соответствии с планом [1].

Планирование ресурсов предприятия стало обязательным для современных производителей, чтобы не отставать от конкурентов и обеспечить эффективность и своевременность производства. Прежде чем внедрять программное обеспечение ERP, важно понять его преимущества и недостатки.

Организации из самых разных отраслей используют планирование ресурсов предприятия. Есть виды бизнеса, которые видят больше преимуществ ERP-систем. Существуют некоторые ключевые тенденции, которые указывают на то, что бизнесу пора внедрять или модернизировать свою ERP-систему [2, 3]:

1. Время роста. Организация растет, уже выросла или планирует значительный рост.

2. Проблемы с операциями. Организации необходимо корпоративное программное обеспечение для лучшего управления процессами.

3. Слияния или поглощения. Например, материнской организации необходимо упорядочить системы разных компаний.

4. Старые унаследованные системы. Текущая система организации устарела и недоступна для обновления или больше не служит бизнесу и пользователям должным образом.

5. Стратегическая дорожная карта. Организации с дальновидными руководителями наметили дорожную карту бизнес-технологий, включающую новое корпоративное решение.

Хотя многие факторы указывают на необходимость внедрения ERP-системы, компании в определенных отраслях получают наибольшую выгоду от перехода на новую систему [4, 5].

В таблице приведены ключевые преимущества и недостатки ERP-систем.

#### Преимущества и недостатки ERP-систем

Преимущества	Недостатки
Единая база данных	Высокие затраты
Улучшенная безопасность	Кодозависимость
Масштабируемость	Риск сбоев
Улучшенная аналитика и планирование	

**Преимущества ERP-систем для бизнеса.** Единая база данных. ERP-система обычно состоит из одной базы данных, которая объединяет всю информацию из различных бизнес-подразделений. Все бизнес-подразделения имеют доступ ко всей информации в режиме реального времени, что позволяет им работать быстрее и эффективнее. Единая база данных также снижает риск человеческого фактора, поскольку нет необходимости повторно вводить одну и ту же информацию в несколько программ или передавать ее с помощью бумажных документов, электронной почты или флеш-накопителей.

**Повышенная безопасность.** Нет необходимости хранить защищенную конфиденциальную информацию в таблицах Excel, Google Docs или на бумаге. Настройки безопасности ERP-системы также позволяют предоставить или ограничить доступ для определенных отделов или сотрудников, так что каждый видит только ту информацию, которая ему необходима для работы, а все конфиденциальные данные остаются защищенными.

**Масштабируемость.** Большинство ERP-систем позволяют быстро масштабироваться в плане новых функциональных возможностей. Вы можете просто добавить уже существующий модуль или интегрировать систему, поддерживаемую этой ERP, поэтому нет необходимости разрабатывать новую функциональность, перестраивать систему или переписывать существующий код.

**Улучшенная аналитика и планирование.** ERP-система может быть легко интегрирована с различными аналитическими приложениями, что значительно упрощает аналитику и улучшает прогнозирование и планирование.

**Недостатки ERP-систем для бизнеса.** Высокие затраты. Интеграция ERP-системы – довольно дорогое удовольствие. В долгосрочной перспективе интеграция ERP улучшает процессы и экономит деньги, но на начальном этапе она требует значительных инвестиций. В стоимость входит не только программное обеспечение, но и анализ и улучшение существующих бизнес-процессов, оплата хранения данных (серверы или облака), обучение персонала и т.д.

**Кодозависимость.** Система должна быть тщательно интегрирована и контролируема, поскольку если однажды она выйдет из строя, все рабочие процессы остановятся. Поэтому очень важно все тщательно настроить и обеспечить своевременное обслуживание.

**Риск сбоев.** Неудачное внедрение ERP является распространенной проблемой. Причины могут быть разными в разных компаниях, но в основном они следующие:

- выход далеко за рамки первоначального бюджета;
- выбор неправильной ERP-системы;
- неспособность сотрудников придерживаться нового рабочего процесса.

В заключение необходимо проанализировать, подходит ли ERP-система, которая будет внедрена в компании, для нужд и не нарушает ли она интересы организации.

Также следует помнить, что неправильная реализация стратегии может привести к ее провалу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Как автоматизировать процессы без отдела разработчиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://izolenta.io/blog/automation> (дата обращения: 27.02.2022).
2. Демина В.В. Логистика производственных процессов // Наука сегодня: теоретические и практические аспекты. – 2015. – С. 170–175.
3. Процессно-ориентированное внедрение ERP-систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://koptelov.info/publikatsii/protsessnoorientirovannoevnedrenie-erp/> (дата обращения: 22.02.2022).
4. Детмер У. Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 444 с.
5. Внедрение ERP на предприятии. Этапы процесса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.kiborg.net/what\\_is\\_erp\\_project.htm](http://www.kiborg.net/what_is_erp_project.htm) (дата обращения: 02.03.2022).

УДК 330.131.7

#### ТЕОРИЯ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

*Т.Б. Колкобаев, студент каф. УИ*

*Научный руководитель Н.Н. Арцемович, ст. преп. каф. УИ*

*г. Томск, ТУСУР, [ktb018@mail.ru](mailto:ktb018@mail.ru)*

Раскрывается прогресс управления рисками в различных аспектах на предприятии. Показана модель управления финансовыми рисками при реализации государственной программы.

**Ключевые слова:** риск, риск-менеджмент.

Финансовый рынок России – это сложная многоуровневая профессиональная система, объединяющая в себе достаточно высокие темпы динамики роста. Однако, с другой стороны, для российского финансового рынка характерен высокий уровень риска, что, в свою очередь, является одной из проблем всего финансового рынка в России, которые не дают развиваться экономике страны [1–3].

Инновационная деятельность характеризуется неопределенностью, которая понимается как отсутствие представления о среде, в которой эта деятельность будет осуществляться. Неопределенность связана с неполнотой или неточностью информации о совокупности факторов и их динамике в период инновационной деятельности и их влиянии на конечные результаты инновационных процессов.

Особенностью IT-компаний Томской области является то, что они выполняют работы по государственным контрактам. В этом случае риск всегда присутствует в размере 10%.

Этот вид риска относится к категории финансовых рисков. Он возникает изначально при подаче заявки на решение проблем государственного заказа. Сначала необходимо заплатить 10% от стоимости проекта за возможность участия в тендере. В случае отказа от заявки на выполнение работ сумма денег будет потеряна [2–4].

В управлении рисками выделяют несколько ключевых этапов, изображенных на рис. 1.



Рис. 1. Этапы управления рисками

Ключевым шагом в управлении рисками считается шаг выбора методов и инструментов управления рисками [1, 5].

Представленный на рис. 2 анализ рисковых ситуаций в высокотехнологичных проектах показывает наиболее часто встречающиеся виды рисков.



Рис. 2. Анализ рисков инновационных проектов

Управление рисками включает в себя следующие виды деятельности:

1. Планирование управления рисками в конкретном проекте. План должен включать задачи, сроки реализации, ответственность персонала, мероприятия и бюджет.

2. Назначение ответственного за риск – члена команды или менеджера проекта, который отвечает за предвидение потенциальных проблем проекта. После этого необходимо вести базу данных рисков по каждому проекту.

3. Создание отчетности по рискам. После этого необходимо рассмотреть вопрос о подготовке планов по снижению рисков, которые выбраны для снижения.

4. Анализ эффективности решений и коррекция целей управления рисками.

5. Анализ запланированных и проведенных мероприятий по снижению рисков и оценка эффективности усилий, затраченных на управление рисками.

В настоящее время деятельность ИТ-компаний осуществляется в направлениях, рассмотренных на рис. 3.

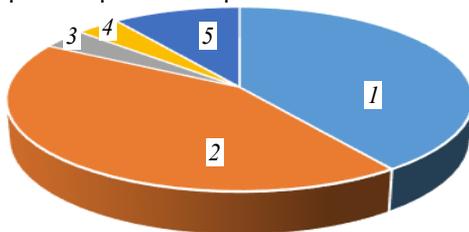


Рис. 3. Деятельность ИТ-компаний в 2021 г., %: 1 – производство и распространение; 2 – разработка программного обеспечения; 3 – интеграция; 4 – развитие информационной безопасности; 5 – интернет-услуги

Эмпирическую шкалу возможных рисков на этапах IT-компаний можно увидеть в таблице.

**Алгоритм управления рисками инновационной деятельности**

Этап	Риск	Градация риска, %	Название градации
Поиск контрактов и тендеров	Бизнес-риск	10,3	Низкий
Планирование и проектирование	Покупательная способность денег	31,4	Средний
Разработка	Организационный риск	10	Низкий
Участие в торгах	Покупательная способность денег	10,3	Низкий
Выполнение контракта	Инвестиционный риск	30,8	Средний
Закрытие контракта	Инвестиционный риск	27,5	Средний

Анализируя данные из таблицы, можно заметить, что важно использовать эффективные методы управления рисками в экономических изменяющихся системах.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Картвелишвили В.М., Свиридова О.А. Риск-менеджмент. Методы оценки риска: учеб. пособие. – М.: РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2017. – 120 с.
2. Обзор основных аспектов риск-менеджмента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.cfin.ru/finanalysis/risk/main\\_meths.shtml](https://www.cfin.ru/finanalysis/risk/main_meths.shtml) (дата обращения: 27.02.2022).
3. Риск-менеджмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://finzav.ru/management/risk-menedzhment> (дата обращения: 27.02.2022).
4. Риск-менеджмент на предприятии: этапы организации и виды рисков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kom-dir.ru/article/2670-risk-menedjment> (дата обращения: 27.02.2022).
5. Слепухина Ю.Э. Риск-менеджмент на финансовых рынках: учеб. пособие / науч. ред. А.Ю. Казак. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 216 с.

УДК 3.6

**ТРУДНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ НАССР НА ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

*А.Е. Новиков, магистрант каф. УИ*

*Научный руководитель М.Н. Янушевская, доцент каф. УИ, к.пед.н.*

*г. Томск, ТУСУР, AleksandrNV@yandex.ru*

Отражены трудности и проблемы, которые возникают при разработке и внедрении системы НАССР на предприятиях общественного питания и пищевой промышленности, а также рассматриваются возможные пути решения этой проблемы.

**Ключевые слова:** система, принципы, НАССР, концепция, качество, безопасность, проблема.

Проблема обеспечения безопасности пищевой продукции является актуальной как на мировом, так и российском уровне. Стремительное развитие пищевой индустрии, а также расширение продуктового портфеля пищевых компаний привело к тому, что потребитель нуждается в безопасности и высоком уровне качества продукции на всех этапах производства пищевых продуктов и на этапе реализации.

К тому же, согласно положениям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [1], с 15 февраля 2015 г. на предприятиях общественного питания и пищевой промышленности стало обязательным внедрением системы НАССР.

Система НАССР – это концепция по управлению безопасности пищевых продуктов. Она предназначена для выявления, анализа, контроля и управления рисками при изготовлении (или производстве) пищевой продукции.

Если говорить другими словами, то система НАССР – это система, которая обеспечивает контроль процесса производства пищевой продукции в любой точке, там, где существует вероятность возможного возникновения биологической, физической или химической опасности (опасных факторов) загрязнения продукции.

Главная задача концепции системы НАССР – это предотвращение или максимальная минимизация попадания, а также развития опасных факторов в любой пищевой продукции посредством непрерывного контроля и учет всех параметров в технологическом процессе, которые напрямую обеспечивают конкурентоспособность компаний путём обеспечения стабильного качества выпускаемой продукции.

Семь принципов НАССР являются ядром данной системы, на основании данных принципов выстраивается концепция для построения контроля качества и безопасности пищевой продукции.

Принципы НАССР для разработки системы (рис. 1) определены в государственном стандарте ГОСТ Р 51705.1–2001 [2]. Данные принципы имеют опыт успешного внедрения системы на всевозможных предприятиях пищевой промышленности, общественного питания так и многих других предприятий.

#### **Принципами НАССР**

- Принцип 1:** Определение опасностей.
- Принцип 2:** Определение критических контрольных точек (ККТ).
- Принцип 3:** Установление критических пределов для контрольных точек.
- Принцип 4:** Установление системы мониторинга для каждой ККТ.
- Принцип 5:** Разработка корректирующих действий.
- Принцип 6:** Разработка процедуры верификации.
- Принцип 7:** Разработка документации.

Рис. 1. Принципы НАССР

Одним из основных плюсов системы НАССР является то, что система НАССР – это эффективный инструмент для снижения издержек компаний, повышения безопасности выпускаемой пищевой продукции, увеличения прибыли, а также выведения компании на высокий уровень.

При разработке и внедрении системы менеджмента безопасности пищевой продукции, которая основывается на семи принципах НАССР, встречаются не только с положительными качествами данной системы, но также можно встретить трудности и проблемы.

Основные проблемы и трудности, возникающие при реализации семи принципов НАССР, на предприятиях:

#### 1. Определение опасностей.

Суть данного: проводить анализ и устанавливать перечень опасных факторов, из-за которых могут производить продукцию несоответствующего качества. Трудность данного этапа связана с большой численностью выбора опасных факторов (которые необходимо учитывать), недостаточным информированием членов предприятия, а также экспертным характером их выбора. Необходимо составлять перечень опасностей, которые с большей вероятностью могли бы нанести вред или же вызвать заболевания у потребителей, а затем выявлять из всего перечня факторы, являющиеся наиболее значимыми и опасными, после чего необходимо идентифицировать и установить для них контрольные меры.

#### 2. Анализ действующих процедур.

Проблемой в этом процессе является то, что происходит недостаточное, несвоевременное обеспечение действующих на предприятии: стандартов, журналов, инструкций, того, что нарушает процесс отслеживания при производстве, транспортировании и реализации пищевой продукции. На предприятии необходимо постоянно поддерживать актуальное соответствие документации на основании требований актуальных нормативных и правовых документов.

#### 3. Разработка корректирующих действий.

Данный этап является самым трудоёмким при разработке и внедрении системы НАССР. Здесь главное – выбрать такие корректирующие действия, которые будут обстоятельны, обоснованы, а также просты для понимания любого сотрудника.

Важный момент этой проблемы – это понимание всех корректирующих действий, которые применяются группой НАССР. Для определения корректирующих действий важно правильно ответить на три ключевых вопроса:

#### 1. Как вырабатывается продукт?

#### 2. Что необходимо сделать, чтобы обеспечить контроль над процессом?

3. Что необходимо сделать для предотвращения повторения ситуации?

В заключение обозначим общие проблемы, которые возникают у сотрудников при разработке и внедрении НАССР для пищевых предприятий, и дадим рекомендации по их решению:

1. Вовлеченность сотрудников.

Проблема обусловлена тем, что часто система НАССР на предприятиях остается только на бумаге, хотя данная система должна работать. НАССР – это работающая система, в которую необходимо постоянно вовлекать персонал, потому что без персонала система НАССР работать не сможет. Важно привлекать производственный персонал предприятия к разработке концепции НАССР, тем более при создании блок-схем всех технологических процессов и при описании мониторинга ККТ.

2. Закрепление контроля за одним человеком.

Чаще всего, контроль за поддержанием НАССР закрепляется за одним определённым человеком на предприятии – это может быть шеф-повар, заведующий производством или специалист по качеству. Из-за данных факторов система НАССР на предприятии перестает работать, а именно прекращается ведение производственных журналов, перестает актуализироваться документация, персонал выходит из-под контроля и т.д. Поэтому система НАССР будет работать гораздо продуктивнее, если на всех шагах ее разработки и внедрения будут создаваться НАССР-команды на уровне всех отделов, в которых будут учитываться мнения членов команды, и их предложения, а также будет распределена и закреплена ответственность за каждым сотрудником.

3. Обучение персонала.

Обучение – это не только промежуточное звено между разработкой системы НАССР и успешным её внедрением. Для успешного внедрения НАССР важно разработать процедуру по обучению персонала предприятия. Данная процедура должна быть применима как для обучения, так и для подготовки и переподготовки всех имеющих сотрудников предприятия. А также необходимо не забывать про персонал, который только приступает к выполнению работы. Данную процедуру необходимо выполнять для обеспечения осведомленности и компетентности всех работников предприятия в области обеспечения безопасности пищевой продукции.

Из всех вышеописанных заключений можно сказать, что процесс разработки и внедрения системы НАССР – это ответственное и осмысленное решение, которое необходимо принять руководству. Благодаря внедрению системы предприятия имеют все шансы, чтобы повысить собственную репутацию и доверие со стороны потребите-

лей. Также внедрение системы позволит донести до партнёров и клиентов информацию о том, что выпускаемая ими продукция является безопасной и содействует успешному развитию предприятия в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>, свободный (дата обращения: 07.03.2022).

2. ГОСТ Р 51705.1–2001. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. – М.: Стандартинформ, 2019. – 12 с.

УДК 004.5

### РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРОСЕТИ БЫТОВОГО ПОМЕЩЕНИЯ

*М.А. Пикуль, студентка каф. ЭМИС*

*Научный руководитель А.А. Матолыгин, ст. преп. каф. ЭМИС  
г. Томск, ТУСУР, mariapikul2@mail.ru*

Обсуждаются информационные технологии, способные улучшить жизнь человека и обслуживание его потребностей. Описаны результаты одного из этапов разработок системы «умный дом», а также проведение модернизации всей системы, в том числе и разработка веб-приложения.

**Ключевые слова:** умный дом, ардуино, arduino, веб-приложение, контроллер.

Комфорт и безопасность жизни являются одними из главных аспектов потребностей человека. Для удовлетворения данных потребностей человек окружает себя различными техническими устройствами. В связи с этим растет потребность в информационных технологиях, с помощью которых все технические средства возможно объединить в систему и осуществлять контроль и управление. Одной из таких систем является умный дом.

На одном из этапов разработки для обеспечения работы аппаратной части разработан веб-сервис на основе платы ESP8266. В прошивку платы включена программная часть по отображению и работе сайта управления линиями электросети посредством языка разметки HTML и CSS – формального языка описания внешнего вида документа, написанного с использованием языка разметки, а также алгоритм управления модулями реле, которые установлены на каждой линии бытового помещения [1].

В ходе разработки принято решение, что система «умный дом» должна быть модернизирована в плане набора функционала, а именно обеспечена универсальным набором датчиков и модулей. Это позволит пользователям иметь систему с определенным набором датчиков и модулей, которые ориентированы под потребности каждого пользователя. Для такой модернизации необходимо отказаться от веб-сервиса, который прошит в плату ESP8266, так как из-за маленького объема памяти на плате не является возможным хранить данные с большого количества датчиков и модулей. Принято решение разработать веб-приложение, которое будет существовать вне платы ESP8266.

Логика разрабатываемого веб-приложения распределена между сервером и клиентом, хранение данных осуществляется на сервере, обмен информации происходит по сети. Данная реализация позволит хранить на сервере большое количество данных с модулей и датчиков всех пользователей, а также персональные данные пользователей.

Видимый для пользователя интерфейс принято реализовать с помощью двух технологий, таких как HTML и CSS. Для формирования клиентской части приложения решено использовать язык программирования JavaScript и его фреймворк Svelte [2]. Данный набор инструментов имеет подходящий для данной системы набор библиотек и позволит организовать безопасное хранение и передачу данных.

Для реализации логики работы сайта выбран язык программирования TypeScript, а также платформа Nodejs, которая позволит использовать JavaScript, в том числе и TypeScript, для разработки серверных приложений [3].

Пример одного из окон разработанного веб-приложения представлен на рис. 1.



Рис. 1. Главное окно пользователя «Управление умным домом»

Разработана система «умный дом», а также веб-приложение по ее управлению. Данная разработка является бюджетным аналогом уже имеющихся систем «умный дом» за счет применения бюджетных аппаратных частей и может быть доступна большинству пользователей. Благодаря разработке веб-приложения стало возможным внедрять в систему универсальный набор устройств, под определенные предпочтения каждого пользователя системы «умный дом».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое HTML и CSS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://webref.ru/layout/learn-html-css/first-web-page>, свободный (дата обращения: 16.03.2022).
2. Что такое JavaScript [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/JavaScript/First\\_steps/What\\_is\\_JavaScript](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/JavaScript/First_steps/What_is_JavaScript), свободный (дата обращения: 16.03.2022).
3. What is TypeScript [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.typescriptlang.org/>, свободный (дата обращения: 16.03.2022).

УДК 378.147.31

### ОБЗОР ОНЛАЙН-СЕРВИСОВ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ КАНБАН-ДОСОК В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

*Д.И. Веселов, В.Б. Порутчиков, студенты*

*Научный руководитель В.А. Семиглазов, доцент каф. УИ*

*Проект ГПО УИ-2103. Разработка программы ДПО  
по профилю кафедры*

*г. Томск, ТУСУР, каф. УИ, danyavesselov@gmail.com,*

*lzzzzzSlavazzzzz@gmail.com*

Исследованы цифровые технологии в сфере образования на примере онлайн-сервисов, предоставляющих канбан-доски. Приведены примеры таких сервисов с обзором их возможностей.

**Ключевые слова:** канбан-доски, высшее образование, групповые проекты.

В условиях цифровизации высшего образования, активно происходящей в наше время, преподавателям и студентам необходимо не только приспособиться к новому формату обучения, но и научиться эффективно внедрять в него различные цифровые инструменты. Одним из таких инструментов являются канбан-доски.

**Канбан-доска** – это инструмент управления проектами, представляющий собой столбцы со списками задач разного статуса выполнения: «предстоит выполнить», «выполняется» и «выполнено»

(возможны другие вариации столбцов). При изменении статуса задача переносится из одного столбца в другой, что позволяет наглядно увидеть задачи, уменьшить объем незавершенной работы и добиться максимальной производительности. В высшем образовании такие доски могут быть использованы при разработке проектов в рамках группового проектного обучения (ГПО) или при выполнении других групповых заданий.

В силу ограниченных возможностей преподавателей и особенностей групповых работ в высших учебных заведениях при выборе наиболее подходящего сервиса может быть выдвинут ряд требований: бесплатность (не все преподаватели могут оплатить такие сервисы), наличие русскоязычной версии (не все преподаватели владеют иностранными языками), интуитивно понятный интерфейс (для облегчения работы), возможность назначения заданий конкретным участникам и установление срока их выполнения (для отслеживания работы студентов), функция добавления пояснительных комментариев и заметок к заданиям (для облегчения понимания задач), возможность работы с облачными хранилищами (для более продуктивного обмена информацией), наглядность выполняемой работы (для того, чтобы отслеживать прогресс).

Задача исследования: на основании вышеперечисленных требований сравнить онлайн-сервисы, предоставляющие канбан-доски, и выбрать наиболее подходящие для учебного процесса.

**Trello.** Условно-бесплатный русскоязычный сервис, имеющий широкий функционал в бесплатном плане. Интерфейс интуитивно понятен. Возможно создание нескольких разделов (столбцов) с неограниченным количеством карточек (заданий), к которым можно добавить описание и метки, указать сроки выполнения, закрепить конкретных участников. Задание можно разбить на подзадачи, отслеживать их выполнение и прикреплять к ним файлы из памяти компьютера, интернета и облачных хранилищ: Google Диск, OneDrive, Dropbox, Vox. Задания можно сортировать, например, по срокам выполнения. Бесплатный план Trello позволяет пользователю создавать до десяти досок одновременно. Возможна интеграция с большим количеством сторонних приложений (улучшение), таких, как Gmail, Microsoft Teams и др. Возможен поиск карточек по словам, меткам, участникам и срокам выполнения. Доступно изменение фона доски для более приятного визуального восприятия [1].

**MeisterTask.** Условно-бесплатный русскоязычный сервис, имеющий широкий функционал в бесплатном плане. Интерфейс интуитивно понятен, но возможны затруднения для неопытных пользовате-

лей. Возможно создание нескольких разделов с неограниченным количеством заданий, к которым можно добавить описание, теги и комментарии и указать сроки выполнения, закрепить конкретных участников. Задачи можно разбивать на подзадачи и прикреплять к ним файлы из компьютера, интернета и облачных хранилищ: Google Диск, OneDrive, Dropbox, MindMeister. Задачи можно сортировать по срокам их выполнения, а для более наглядного демонстрирования сроков задач существует функция «временная шкала», представляющая собой диаграмму Ганта. Бесплатный план позволяет создать до трех проектов одновременно [2].

**Asana.** Условно-бесплатный русскоязычный сервис, имеющий широкий функционал в бесплатном плане. Интерфейс интуитивно понятен. Возможно создание нескольких разделов с неограниченным количеством заданий, к которым можно добавить описание, теги и комментарии (в том числе в формате видео) и указать сроки выполнения, закрепить конкретных участников. Задачи можно разбить на подзадачи и прикреплять к ним файлы из компьютера, интернета и облачных хранилищ: Google Диск, Dropbox, Box, OneDrive/SharePoint. Этот сервис позволяет выставить задаче уровень приоритетности и статус выполнения. Задачи возможно просматривать в разных форматах: в виде списка, доски и календаря. Количество создаваемых проектов в бесплатном плане не ограничено. Возможна интеграция с большим списком приложений: Microsoft Teams, Microsoft Office 365, Google Календарь, Gmail, Vimeo, YouTube и множеством других [3].

**LucidSpark.** Этот русскоязычный условно-бесплатный сервис не ограничен одними лишь канбан-досками. Он предоставляет пользователям интерактивную доску с возможностью добавлять неограниченное количество карточек, стикеров, геометрических фигур; канбан-доска является лишь одним из готовых шаблонов. Возможно создание нескольких разделов с неограниченным числом задач. К задачам можно добавлять описание и статус выполнения, однако невозможны добавление сроков и назначение их конкретным участникам. Возможно добавление файлов из памяти компьютера. Бесплатный план включает в себя интеграцию с Google Диск, Zoom, Microsoft Teams и другими сервисами [4].

Подведем итоги сравнения: все эти онлайн-сервисы идентичны по всем критериям сравнения, кроме возможности назначения заданий конкретным участникам, установления срока выполнения, работы с облачными хранилищами и наглядности работы (не выполняется у сервиса LucidSpark, что значительно затруднит работу над проектом). Таким образом, из рассмотренных сервисов более всего для внедрения

канбан-досок в учебный процесс университета подходят Trello, MeisterTask и Asana. Среди этих онлайн-сервисов бесплатные планы Trello и Asana предоставляют возможность создавать гораздо большее количество досок, чем MeisterTask; к тому же интерфейс в MeisterTask более сложен для восприятия. На основании этих факторов для внедрения канбан-досок в учебный процесс наиболее подходящими являются сервисы Trello и Asana. Они позволяют сделать работу над групповыми проектами более эффективной за счет наглядности представления количества ее задач, сроков выполнения и участников, ответственных за выполнение данных задач.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Trello [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://trello.com/ru> (дата обращения: 07.03.2022).
2. Официальный сайт MeisterTask [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.meistertask.com/pages/ru/features/> (дата обращения: 07.03.2022).
3. Официальный сайт Asana [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asana.com/ru/pricing> (дата обращения: 07.03.2022).
4. Официальный сайт LucidSpark [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lucidspark.com/ru/product> (дата обращения: 07.03.2022).

УДК 378.147.31

#### **ОБЗОР ВИРТУАЛЬНЫХ ДОСОК ДЛЯ РАБОТЫ НА УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЯХ**

*Д.И. Веселов, В.Б. Порутчиков, студенты каф. УИ*  
*Научный руководитель В.А. Семиглазов, доцент каф. УИ*  
*Проект ГПО УИ-2103. Разработка программы ДПО*  
*по профилю кафедры*  
*г. Томск, ТУСУР, danyavesselov@gmail.com,*  
*lzzzzzSlavazzzzz@gmail.com.*

Исследованы цифровые технологии в сфере образования на примере онлайн-сервисов, предоставляющих виртуальные доски. Приведены примеры таких сервисов с обзором их возможностей.

**Ключевые слова:** виртуальная доска, онлайн-доска, высшее образование, дистанционное обучение.

Цифровизация высшего образования формирует у преподавателей и студентов потребности в использовании дополнительных инструментов в учебном процессе. Один из таких инструментов – виртуальная доска, являющаяся цифровым аналогом обычной маркерной доски.

**Виртуальная доска** – это инструмент для визуального объяснения учебного материала. Она представляет собой пространство, на котором можно наглядно демонстрировать учебный материал, печатать текст, показывать презентации, рисовать, делать чертежи, закреплять стикеры с заметками и многое другое. Все эти функции возможно выполнить как при помощи компьютерной мыши, так и пальцем на планшете или смартфоне.

С учетом возможностей преподавателей и их потребностей при объяснении материала основными критериями при выборе таких онлайн-сервисов будут являться бесплатность, наличие русского языка или интуитивно понятный интерфейс (так как не все преподаватели знают иностранные языки), широкий набор инструментов: ввод текста, геометрические фигуры (для ускорения процесса обучения); добавление картинок, pdf-файлов и презентаций из памяти компьютера и облачных хранилищ (для большей эффективности обучения), возможность получения обратной связи от учащихся (для своевременного ответа на интересующие вопросы).

Рассмотрим несколько бесплатных и условно-бесплатных онлайн-сервисов, предоставляющих виртуальные доски, такие как Miro, Conceptboard, Twiddla и DrawChat, и сравним их на основании вышеизложенных критериев.

**Miro.** Это один из самых популярных онлайн-сервисов, предоставляющих виртуальные доски. Является англоязычным, однако имеет понятный интерфейс: названия инструментов подкрепляются иконками. В бесплатном плане имеется довольно широкий функционал. Преподаватель может рисовать на доске от руки, печатать текст, строить геометрические фигуры, векторы, прикреплять заметки и оставлять комментарии. Также доступны следующие функции: добавление иконок из библиотеки сайта, импортирование картинок, pdf-файлов, презентаций и других файлов из памяти компьютера и интернета, добавление инфографики и диаграмм, таблиц и стикеров. Добавить студентов можно, отправив им ссылку или послав сообщение по электронной почте. Для осуществления обратной связи со студентами доступен текстовый чат. Саму доску можно сохранить в память компьютера в форматах .pdf, .jpeg и др. Однако в бесплатной версии существуют ограничения: преподавателю одновременно доступно не более трех досок для редактирования. Запись экрана самим сервисом не предусмотрена. Существуют приложения на Android и iOS [1].

**Conceptboard.** Англоязычный онлайн-сервис с интуитивно понятным интерфейсом. Предоставляет преподавателю возможность рисовать, печатать текст, добавлять геометрические фигуры и блок-

схемы, комментарии и заметки, создавать инфографику, делать скриншот всего экрана. В Concept Board можно импортировать файлы, а именно картинки, презентации, pdf-файлы, текстовые документы, аудио и видео, из памяти компьютера и из облачных хранилищ, таких как Google Диск, Dropbox, Vox и OneDrive. Для осуществления обратной связи доступен текстовый чат. Чтобы подключиться к доске, пользователи должны выполнить авторизацию через аккаунт Google. Приглашенные пользователи могут быть зрителями, комментаторами и редакторами (роли выбирает сам создатель доски). Запись экрана самим сервисом не предусмотрена. В бесплатном плане для редактирования доступна только одна доска, т.е. невозможно сохранить использованную доску, прежде чем начать создавать новую [2].

**Twiddla.** Подобно предыдущим онлайн-сервисам, является англоязычным и имеет интуитивно понятный интерфейс. Данный сервис позволяет рисовать, печатать текст, добавлять геометрические фигуры, а также импортировать картинки, текстовые документы, pdf-файлы, презентации и таблицы из памяти компьютера. Для осуществления диалога между пользователями доступен текстовый чат. В отличие от рассмотренных ранее сервисов в Twiddla существует редактор математических формул. Для того чтобы пригласить пользователей присоединиться к доске, достаточно поделиться ссылкой. Запись экрана самим сервисом не предусмотрена, но зарегистрированные пользователи могут сохранить доску в память компьютера [3].

**DrawChat.** Бесплатный англоязычный онлайн-сервис с интуитивно понятным интерфейсом. Функционал сервиса включает в себя возможность рисовать, печатать, добавлять геометрические фигуры, картинки и pdf-файлы. Регистрация не обязательна. Имеется возможность скачивать доску и делиться ей. Преподаватель может подключать видео и звук, а диалог со студентами осуществляется посредством текстового чата. Подключиться к доске можно, перейдя по ссылке [4].

**Подведем итоги.** Изначально выделенным требованиям, кроме наличия русского языка, соответствуют все рассмотренные сервисы. Стоит отметить, что каждый из них имеет свои собственные отличия: Twiddla – редактор математических формул, DrawChat – возможность преподавателя подключаться с камерой и микрофоном, а Miro и Conceptboard имеют очень много дополнительных возможностей, включая добавление блок-схем, создание инфографики и работу с облачными хранилищами, полезные при работе преподавателя со студентами. Исходя из этого, наиболее предпочтительными для использования в учебном процессе являются Miro и Conceptboard, так как

именно эти сервисы значительно упрощают работу во время занятия благодаря своим как основным, так и дополнительным функциям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Как использовать онлайн-доску Miro в обучении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://we.study/blog/miro> (дата обращения: 08.03.2022).
2. Официальный сайт Concept Board [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://conceptboard.com/> (дата обращения: 08.03.2022).
3. Draw Chat – бесплатная видеоконференция с интерактивной доской [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://didaktor.ru/draw-chat-besplat-naua-videokonferenciya-s-interaktivnoj-doskoj/> (дата обращения: 08.03.2022).
4. Официальный сайт Twiddla [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.twiddla.com/API/Reference.aspx> (дата обращения: 08.03.2022).

УДК 378.046.4

#### ПРИМЕНЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОНЛАЙН-КУРСА ПО ПРОГРАММАМ ДПО

*Т.Н. Мосунова, В.А. Хамзина, Е.С. Костюк,  
Н.А. Романенко, студенты каф. УИ*

*Научный руководитель В.А. Семиглазов, доцент каф. УИ  
г. Томск, ТУСУР, mosunova2013@mail.ru*

Рассматриваются оценочные средства, распределенные по соотношению в них интеллектуальной активности и деятельности на группы. Проводится анализ возможности применения различных методов в условиях осуществления онлайн-обучения по программам ДПО с обратной связью преподавателя и без нее.

**Ключевые слова:** оценочные средства, программа ДПО.

Неотъемлемой частью жизни современного человека является обучение, поскольку знания – это ресурс, который помогает в улучшении условий жизни и не может быть отнят ни при каких обстоятельствах. Отрасль образования в последние годы проходит значительную цифровую трансформацию, активно развивается сфера дополнительного профессионального обучения. Так, например, в 2019 г. по программам ДПО в России обучились более 50 тыс. человек, а обучение в сфере маркетинга, коммуникаций, продаж является вторым в топ-5 сфер дополнительного онлайн-обучения взрослых [1].

Если люди учатся для карьерного роста или повышения зарплаты, наиболее велик шанс полного прохождения курса, поскольку появляется сильная мотивация [2]. Однако даже ее недостаточно для завершения курса, если информационный поток велик и обучение становится напряженным.

Продолжительное влияние информационного воздействия может вызывать различные нарушения у человека [3]. Люди испытывают так называемый «информационный стресс», и это является одной из причин, почему они стараются ограничить поток входящей информации и прекращают обучение.

Структурировать и преобразовать информационный поток в знания помогают оценочные средства. Они также помогают измерить уровень полученных компетенций.

Методы оценки можно разделить по соотношению в них интеллектуальной активности и деятельности. Исходя из этой классификации, выделяются четыре группы методов (рис. 1).



Рис. 1. Классификация оценочных методов с точки зрения интеллектуальной деятельности и активности

К репродуктивным методам относятся контрольная работа, экзамен, тест, опрос и др. Эти методы направлены на проверку возможности обучающегося воспроизводить полученный материал.

К продуктивным методам относятся реферат, эссе, рецензирование, разработка проектов, портфолио и др. Выполнение таких заданий позволяет оценить способность создавать интеллектуальный продукт, но без привязки к реальности.

К активным методам относятся дискуссия, мозговой штурм, тренинг и др. Методы оценивают готовность обучающегося к взаимодействию и деятельности.

К интерактивным методам относятся ситуационные задачи, кейсы, деловые игры, интерактивные тесты. Успешное прохождение заданий этого типа свидетельствует о способности обучающегося применять полученные знания в реальных ситуациях.

В подавляющем большинстве очных образовательных программ среди всех используемых методов преобладают репродуктивные. По мнению преподавателей г. Тюмени, им не хватает компетенций и времени для реализации интерактивных оценочных средств. Интерактивные методы расцениваются ими как непривычные [4].

Большое количество онлайн-курсов также используют в основном репродуктивные методы оценки. В данной ситуации их широкое применение обусловлено отсутствием необходимости труда преподавателя для проверки работ. Отсутствие возможности обратной связи с преподавателем и/или отсутствие группы таких же студентов является главной помехой для применения активных и интерактивных методов.

В таблице приведены оценочные средства и возможность их применения в курсах дополнительного профессионального обучения с возможностью обратной связи эксперта (преподавателя) и без нее. Символ «х» в таблице означает, что применение данного оценочного средства возможно в условиях, обозначенных столбцом.

#### Применимость оценочных средств в курсах ДПО

Оценочные методы	Оценочные средства	Онлайн-курс с возможностью обратной связи	Онлайн-курс без обратной связи
Репродуктивные	Контрольная работа	х	х
	Экзамен	х	х
	Тест	х	х
Продуктивные	Реферат/ эссе	х	
	Разработка проекта	х	
Активные	Дискуссия	Возможно при связи с преподавателем в режиме реального времени (на видеоконференции)	
	Мозговой штурм	Применение метода возможно, но может быть неэффективным, так как необходима команда	
Интерактивные	Ситуационные задачи	х	Возможны только структурированные задачи (с конкретными правильными ответами)
	Кейсы	х	Возможны только структурированные кейсы (с конкретными правильными ответами)
	Интерактивные тесты	х	х

Необходимо постоянно поддерживать вовлеченность студентов в обучение, потому что силы воли и первоначального желания недостаточно, чтобы пройти курс и извлечь из него пользу. Для этого нужно сочетать различные методы.

Для сферы дополнительного профессионального обучения особенно характерно, что обучающимся важна не информация в форме простых знаний, а трансформация, которую можно пройти, освоив онлайн-курс.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что наиболее предпочтительно прохождение онлайн-курса по программе ДПО с преподавателем. Оно открывает возможности применения активных и продуктивных оценочных методов для формирования навыка создания интеллектуального продукта, взаимодействия. Возможен вариант прохождения курса без обратной связи при наличии исчерпывающей теории и подробных примеров выполнения интерактивных заданий (кейсов, ситуационных задач и пр.). В таком случае студент может проверить свою работу самостоятельно и увидеть, как бы сделал ее эксперт.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование рынка онлайн-образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://talenttech.ru/research/issledovanie-rynka-onlajn-obrazovaniya/>, свободный (дата обращения: 04.03.2022).

2. О настоящем и будущем онлайн-образования. Интервью с генеральным директором Coursera Джеффом Маджионкальдой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://education.forbes.ru/authors/present-and-future-online-education>, свободный (дата обращения: 04.03.2022).

3. Королев А.А. Информационный стресс в учебном процессе: проблема личностного реагирования, риски невротизации // Психология и психотехника. – 2021. – № 4. – С. 1–14.

4. Емельянова И.Н. Практика использования современных методов оценки на разных ступенях образования / О.А. Теплякова, Г.З. Ефимова // Образование и наука. – 2019. – Т. 21, № 6. – С. 9–28.

УДК 659.182/187

#### **ПОДБОР МАРКЕТИНГОВЫХ СРЕДСТВ ПРОДВИЖЕНИЯ ОНЛАЙН-КУРСОВ ПО ПРОГРАММАМ ДПО**

*Т.Н. Мосунова, В.А. Хамзина, Е.С. Костюк,*

*Н.А. Романенко, студенты каф. УИ*

*Научный руководитель В.А. Семиглазов, доцент каф. УИ*

*Проект ГПО УИ-2103. Разработка программ ДПО по профилю кафедры  
г. Томск, ТУСУР, venera\_18.10@mail.ru*

Исследованы актуальные методы продвижения на современных площадках, развивающих бизнес в сегменте дополнительного он-

лайн-образования. Рассмотрены преимущества и недостатки маркетинговых инструментов, способствующих выходу продукта на рынок.

**Ключевые слова:** продвижение, маркетинг, программа ДПО.

Развитие каждого отдельного государства в рамках беспрерывного прогресса мировой экономики в большей степени зависит от многоуровневой образовательной системы. Однако со всемирной цифровизацией возникла резкая необходимость в онлайн-курсах, повышающих квалификацию в сжатые сроки. Об этом свидетельствует прогноз экспертов Всемирного экономического форума, в котором говорится, что к 2025 г., в связи с развитием технологий, 85 млн рабочих мест по всему миру исчезнет, но при этом сформируется 97 млн новых [1].

Динамическое изменение на рынке образовательных услуг, характеризующееся тенденциями развития частного сектора, основанного на новых механиках учебного процесса – онлайн-платформах, предоставляет возможность сторонникам концепции непрерывного образования с большим удобством получать знания в прогрессивных направлениях, определять вектор совершенствования индивидуальной образовательной траектории, способствует формированию сознательной внутренней организации и самообразованию – ключевой компетенции, необходимой для реализации интернет-обучения.

Так, в результате диффузии гибкого информатизированного образовательного процесса в мире отмечается интенсивный скачок спроса на дистанционные образовательные услуги. Согласно исследованиям, рынок онлайн-образования ежегодно увеличивается на 20%, область интересов ЦА расширяется, выбор программ ДПО возрастает и значительно затормаживает поиски потребителя [2].

В условиях активной конкуренции решение проблемы во многом зависит от безупречно составленного маркетингового плана, состоящего из современных каналов продвижения.

1. Контекстная реклама – это объявления, всплывающие в пользовательском браузере, соответствующие поисковым запросам, интересам или поведению в интернете. Плюсы: трафик от потенциально заинтересованных пользователей; сами выбираете где и кому показывать; простота запуска рекламы; показ рекламы без сайта. Минусы: высокая стоимость; высокая конкуренция, от которой зависит позиция объявления в поиске.

2. Публикация на тематических сайтах. Например, общетематические медиа, блоги, вокруг которых сконцентрирована потенциальная целевая аудитория. Плюсы: бесплатное размещение рекламы; наличие трафика заинтересованных пользователей. Минусы: маленький трафик.

3. Таргетированная реклама – показ рекламы с учетом интересов и различных характеристик ЦА (применяется в социальных сетях). Плюсы: точное попадание в ЦА; большие охваты; ежедневный анализ эффективности. Минусы: стоимость услуги; низкий уровень владения инструментами для эффективной рекламы.

4. Реклама в Telegram-каналах – это практически новый способ привлечения потребителей. Плюсы: хорошее отношение цены с эффективностью; хорошие показатели охвата; качественная аудитория. Минусы: нет встроенной возможности для рекламы, из-за чего поиск каналов производится самостоятельно, также необходимо договариваться с владельцами канала напрямую.

5. Крауд-маркетинг – основан на работе с тематическими форумами, технологии скрытого маркетинга в виде ответов-рекомендаций. Список ресурсов для крауд-маркетинга: Яндекс.Кью, Ответы Mail.ru, Хабр Q&A и т.д. Плюсы: бесплатно; привлечение целевого трафика; хорошая репутация. Минусы: высокая трудозатратность.

6. Яндекс. Справочник и Google «Мой бизнес» – регистрация в картографических сервисах. Плюсы: регистрация на сервисах бесплатная; можно получить красивый сниппет (анонс страницы сайта, что выводится в поиске) для привлечения дополнительного внимания пользователя в выдаче.

7. Реклама на YouTube. Плюсы: большой охват; можно следить за эффективностью рекламы. Минусы: высокий уровень навязчивости, высокая стоимость.

8. Развитие канала на YouTube. Плюсы: большой охват аудитории в долгосрочной перспективе; бесплатные просмотры. Минусы: требует инвестиций на старте.

9. SEO-продвижение – поисковое продвижение, позволяющее получить бесплатный трафик. Плюсы: стоимость дешевле контекстной рекламы; возможность вывода сайта на первую страницу поиска. Минусы: платный метод, требующий социалиста, работу которого практически невозможно оценить до выхода сайта в хорошие позиции.

10. Продвижение в Instagram. Можно покупать рекламу у блогеров или развивать страницу, формируя аудиторию и постепенно превращая ее в клиентов. Плюсы: ряд инструментов для продвижения; широкий охват, охват исключительно ЦА. Минусы: стоимость, сложность в настройке таргетированной рекламы.

11. Регистрация на HARO – это российский онлайн-сервис для получения отзывов от общественности, позволяет общаться с экспер-

тами в нужной области. Плюсы: бесплатная платформа; набор отзывов и аудитории; простой процесс подачи материалов.

12. Бизнес-страница в «ВКонтакте». Это социальная сеть с большим охватом аудитории, в которой возможно создать страницу, связанную с бизнесом. Плюсы: интуитивное использование интерфейса и наличие виджетов; возможность в обновлении или добавлении товаров. Минусы: долгий набор аудитории.

13. Рассылка в «ВКонтакте». Плюсы: высокий уровень прочитанных сообщений; имеются сервисы с бесплатным базовым функционалом, в котором установлен лимит по количеству сообщений в сутки. Минусы: навязчивость рассылок.

14. Партнерство с онлайн-школой. Для партнерства необходимо выбирать онлайн-школу со схожей аудиторией. Плюсы: подробно расписаны партнерские программы; быстрый набор пользователей. Минусы: партнерская программа может не до конца удовлетворять.

15. Реферальная программа. Партнер получает вознаграждение в виде процента от продаж за продвижение курса. Плюсы: высокий объем трафика; бесплатная PR-компания. Минусы: потеря части прибыли; недобросовестные партнеры.

Сфера дистанционного образования весьма специфична, и для поддержания вовлеченности необходима маркетинговая оптимизация. Выводы основаны на сравнении характеристик (таблица) [3].

**Сравнение маркетинговых методов продвижения**

Номер метода	Возрастной состав целевой аудитории (ориентир на взрослых)	Возможность оплаты онлайн-курсов	Большое количество пользователей превышает 100 тыс.	Проблемы / выгоды / задачи пользователей
1	x		x	x
2	x	x	x	x
3	x	x	x	x
4	x	x	x	x
5	x	x	x	x
6	x	x	x	x
7	x		x	
8	x	x	x	x
9	x	x	x	
10	x	x	x	x
11	x		x	
12	x		x	x
13	x			
14	x	x	x	x
15	x			

Так, например, для достижения желаемых результатов наименее подходящими стратегиями нахождения целевой аудитории являются реферальные программы и рассылки в «ВКонтакте».

Таким образом, наиболее выигрышной маркетинговой стратегией для онлайн-курсов станет та, что предусматривает наличие сформированной целевой аудитории на размещаемой площадке. Метод продвижения, подобранный под данный критерий, поспособствует стремительному осуществлению плана, позволит сосредоточиться именно на качестве подачи рекламы, а не на поиске потребителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. The Future of Jobs 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>, свободный (дата обращения: 24.02.2022).

2. Продвижение онлайн-курсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yatikhomirov.ru/prodvizhenie-onlajn-kursov/?d=1>, свободный (дата обращения: 05.03.2022).

3. Фаустова К.И., Геушева И.С. Современные методы продвижения сайта в интернете // Территория наук. – 2026. – № 4. – С. 1–5.

УДК 339.138

### УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЕКТА В МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Е.А. Руденко, студентка каф. УИ*

*г. Томск, ТУСУР, [Katrin.rudenko.58@mail.ru](mailto:Katrin.rudenko.58@mail.ru)*

Рассматривается спецификация управления рисками в проектной деятельности. Рассмотрены основные параметры рисков в проектах, представлены методы реализации рисков в маркетинговой деятельности. Особое внимание уделяется процессам управления рисками проекта, рассматриваются основные действия по управлению рисками на каждом этапе управления.

**Ключевые слова:** управления рисками, риск, процессы внедрения управления рисками.

Прежде всего под риском понимается некоторое событие, которое может оказать влияние на достижение поставленных целей. Зачастую это влияние может быть негативным и приведет к некоторым потерям, например в денежном выражении.

В самом определении рисков уже звучат некоторые основные элементы, связанные с классификацией рисков: вероятность наступления такого события, последствия, уровень угрозы для компании. С

точки зрения классификации рисков существуют еще и другие элементы. Например, риски могут восприниматься как внешние и внутренние, т.е. к внешним рискам относятся политические, экономические, риски, связанные с валютными изменениями. Это все внешние риски, и они имеют низкую управляемость, т.е. с точки зрения компании на такие риски очень сложно воздействовать. Есть внутренние риски, например, стратегические, операционные. У этих рисков управляемость более высокая, т.е. компания может оказывать какое-либо влияние на такие риски.

Самое интересное – это, конечно, элементы, которые относятся к оценке рисков, к управляемости рисков, т.е. к поиску каких-то решений, контроля, которые позволяют предпринимать какие-то действия с выявленными рисками, которые могут эти негативные последствия нивелировать.

С проблемой управления риском связана каждая отрасль экономики, поэтому она всегда актуальна.

Самые основные риски, которые возникают практически в каждой компании:

1) риски, связанные с денежными выражениями (превышение бюджета);

2) временные риски;

3) маркетинговая деятельность;

4) политические и экономические риски.

Колебания цен на ресурсы, продукты, производительность и продажу через рыночные механизмы – это риски маркетинговой деятельности. С точки зрения маркетинга такие риски возникают при упущении выгоды из-за снижения продаж и цен. Маркетинговые риски являются самыми важными факторами в процессе создания любого продукта или услуги на рынке.

Основные причины возникновения маркетинговых рисков [2]:

1) низкая квалификация маркетинговых услуг;

2) ошибки в сегментации рынка;

3) ошибки в построении сети сбыта и системы рыночной раскрутки;

4) низкая результативность рекламы.

Большинство ошибок в планировании маркетинговой стратегии связано с недостаточным анализом потребностей на рынке: недостаточно продуманная стратегия позиционирования и оценки конкурентоспособности рынка или ценообразование. Неправильная рекламная политика может привести к появлению маркетинговых рисков, таких как неправильный выбор способа продвижения, недостаточный бюджет на продвижение.

На сегодняшний день нет достаточного внимания к комплексному исследованию рисков на рынке маркетинговых услуг. Индивидуальные вопросы управления рисками обычно разрабатываются в рамках проекта по разработке индивидуальных вопросов управления рисками.

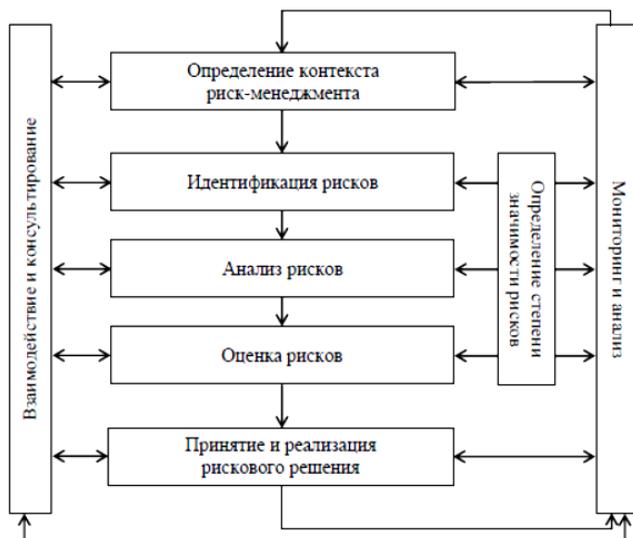


Рис. 1. Управление рисками проекта [4]

Управление рисками заключается в выполнении следующих этапов (рис. 1) [4]:

1. Планирование управления рисками. Принятие решений о применении и планировании управления рисками для определенного проекта происходит на данном этапе. Методология, кадры и процедуры управления рисками проекта. С учетом этого нужно планировать проект так, чтобы он соответствовал уровню риска и степени важности проекта.

2. Идентификация рисков. Составление перечня рисков, характерных для определенной деятельности, – это систематическое выявление и документирование рисков в виде перечня, выявление причины появления или возможных последствий.

3. Анализ рисков – это использование результатов идентификации и других данных в дальнейшем для оценки риска и выработки мер по обработке этого риска.

4. Отчет о рисках, который был представлен компанией, содержит информацию о том, что в случае возникновения непредвиденных

обстоятельств компания сможет получить. Это помогает оценить степень важности рисков и способы их реагирования.

5. Количественная оценка. Благодаря такой оценке можно принять правильное решение и снизить неопределенность в ситуации.

6. Планирование реагирования на риск. Результаты исследования покажут степень воздействия риска проекта и его эффективность.

При этом реализация обычно не требует больших вложений в маркетинговую компанию, а разработка абсолютно новой методики управления рисками является вполне обычным делом. В рамках стандартной методики можно выявить и оценить маркетинговые риски с минимальными уточнениями. На первом месте стоит определение имеющихся рисков, которые могут возникнуть при реализации проекта по управлению маркетинговыми рисками, а также выбор методов воздействия на них в зависимости от особенностей внешней и внутренней среды компании.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ маркетингового риска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studopedia.ru/10\\_114259\\_analiz-marketingovih-riskov.html](https://studopedia.ru/10_114259_analiz-marketingovih-riskov.html) (дата обращения: 7.02.2022).

2. Воронцов В.Ю. Управление факторами риска в маркетинговой деятельности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/77/301/92605.php> (дата обращения: 7.02.2022).

3. Бахтеев Ю.Д., Белякова В.А. Концепция стратегического маркетинга как основа управления конкурентоспособностью предприятий [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-strategicheskogo-marketinga-kak-osnova-upravleniyakonkurentosposobnostyu-predpriyatij/viewer> (дата обращения: 7.02.2022).

4. Шапкин А.С., Шапкин В.А. Экономические и финансовые риски. – М.: Дашков и Ко, 2018. – С. 44.

УДК 004.891

#### **ВЕБ-ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ ПАЦИЕНТОВ С КЛЕЩЕВЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ**

***Е.В. Сафронова, аспирант; В.С. Сафронов, магистрант***

*Научный руководитель С.В. Аксёнов, доцент ОИТ ИШИТР, к.т.н.  
г. Томск, ОИТ ИШИТР НИ ТПУ, [ev.kashcheeva@mail.ru](mailto:ev.kashcheeva@mail.ru)*

Описываются особенности разработки веб-интерфейса для работы с данными пациентов с клещевыми инфекциями. Дана краткая характеристика структуры данных, особенностей анализа данных, функ-

ционала разработанного приложения. Представлены примеры используемых графиков.

**Ключевые слова:** преобработка данных, анализ данных, клещевые инфекции, визуализация, веб-интерфейс, классификация.

Клещевые инфекции имеют широкое распространение в России и за ее пределами. При поступлении пациента в медицинское учреждение с подозрением на наличие клещевой инфекции проводится ряд обследований, результаты которых документально фиксируются. Собранные данные используются для постановки диагноза, а также в обобщенном виде могут быть полезны для анализа с целью построения прогностических моделей.

Одним из способов анализа данных является визуализация. Визуализация позволяет оценить, насколько данные соответствуют ожиданиям и пригодны к обучению прогностических моделей. С помощью данного метода можно наглядно выявлять зависимости между теми или иными параметрами, а также находить аномалии данных [1]. Многие исследователи занимаются оценкой влияния различных факторов на течение и длительность заболевания. Оптимальным решением для совместной работы исследователей в сфере медицины и аналитики данных является использование веб-интерфейса, позволяющего в интерактивном режиме изучать структуру исходных данных, проводить их преобработку, а также интерпретировать результаты прогностических моделей.

Целью данного исследования является разработка веб-интерфейса для визуального представления данных пациентов с клещевыми инфекциями.

Работа реализована на языке программирования Python с использованием веб-фреймворка Dash Plotly [3]. Для работы используется набор деперсонализированных данных пациентов с такими диагнозами, как клещевой энцефалит (КЭ), иксодовый клещевой боррелиоз (ИКБ, болезнь Лайма) и микст-инфекция (Микст). Набор данных имеет следующую размерность: 193 записи (строки) на 154 признака (столбца). Признаки имеют как числовой, так и категориальный типы данных. К числовым следует отнести такие показатели, как возраст, масса тела, рост пациента, результаты анализов биоматериала и т.д. Категориальные признаки – это параметры, характеризующие половую принадлежность пациента, отсутствие или наличие того или иного отклонения в состоянии здоровья, наличие сопутствующих заболеваний, локализацию присасывания (укуса) клеща. Последние два признака по сравнению с другими имеют сложную структуру, т.к. у пациентов возможно наличие сразу нескольких сопутствующих заболева-

ний и укусами клещей могут быть поражены одновременно несколько участков тела.

С учетом перечисленных выше особенностей структуры данных реализованы следующие функции предобработки:

- отображение распределения числовых признаков при наличии пропущенных значений, выбор типа импутации;
- кодировка категориальных признаков в случае со множественными значениями, предварительная токенизация;
- возможность удаления незначимых признаков.

Также реализована визуализация значений прошедшего предобработку категориального признака «Локализация присасывания (укусов) клеща» (рис. 1). Особенностью данного графика является то, что элементы точечной диаграммы расположены на подверженных воздействию клеща частях тела, размер и цвет точек зависят от частоты встречаемости данной локализации.

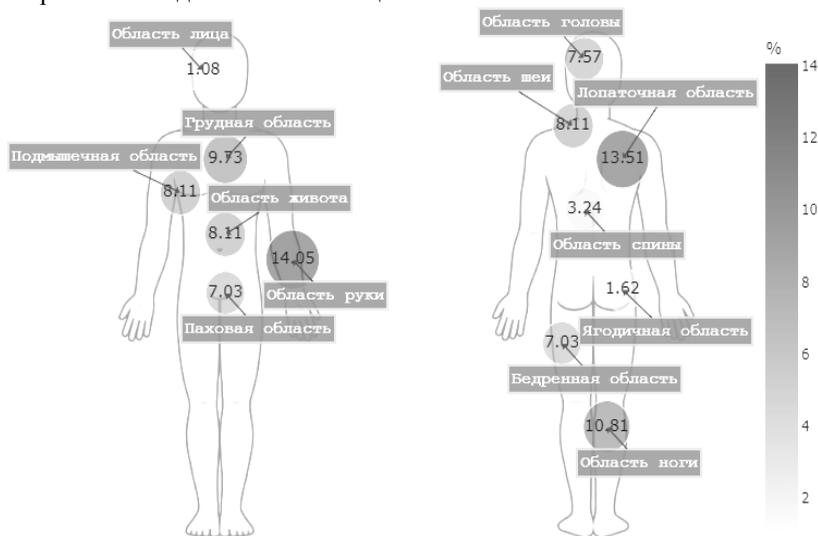


Рис. 1. Точечная диаграмма локализации укусов

Для обучения моделей классификации подготовленные данные разделяются на тренировочный и тестовый наборы в выбранном соотношении. По завершении обучения моделей отображаются графики для интерпретации результатов: для оценки качества обученных классификаторов – ROC-кривые, для отображения степени влияния предикторов на целевую переменную – диаграмма с накоплением SHAP (рис. 2) [2].

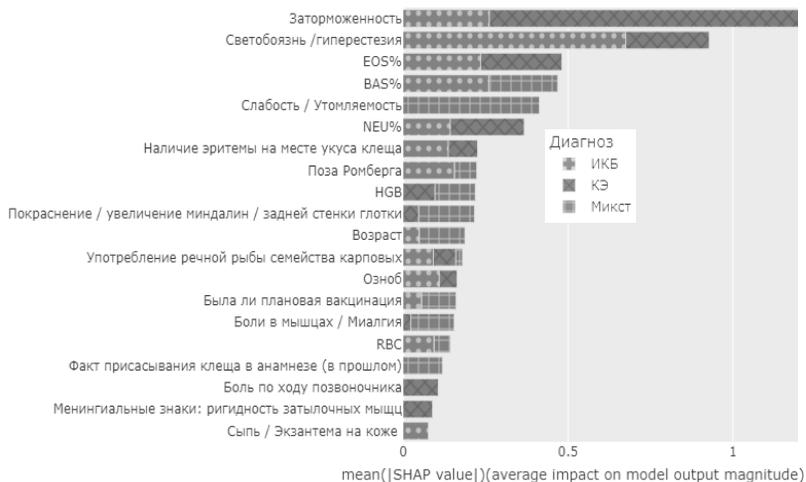


Рис. 2. Диаграмма значений важности вклада предикторов в результат классификации

Таким образом, в рамках данного исследования был разработан веб-интерфейс, обладающий следующими функциональными возможностями: представление данных как в наборе, так и отдельных признаков, с возможностью их предобработки и выбора предикторов, целевой переменной для дальнейшего обучения моделей машинного обучения; интерпретация результатов работы обученных моделей с отображением метрик качества.

Описанный принцип разработки интерфейса является универсальным для подобного рода данных. Отдельные функции могут варьироваться в зависимости от особенностей структуры данных, решаемых задач и предпочтений пользователя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP: учеб. пособие / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.

2. Christoph Molnar // Interpretable Machine Learning. SHAP (SHapley Additive exPlanations) [Электронный ресурс]. – URL: <https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/shap.html> (дата обращения: 20.02.2022).

3. Dash Python User Guide // Interactive Visualizations [Электронный ресурс]. – URL: <https://dash.plotly.com/interactive-graphing> (дата обращения: 20.02.2022).

**МЕТОДЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ  
ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

*М.И. Самолутченко, аспирант ИШФВП;  
А.И. Солдатов, проф. ИШНКБ НИ ТПУ, каф. УИ ТУСУР, д.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, НИ ТПУ, msamolutchenko@gmail.com*

Рассматриваются методы локализации источников электромагнитных помех на печатных платах электронных устройств в ближней зоне. Приведены схемы измерения электромагнитных помех в соответствии с существующими стандартами МЭК, даны их описание и методика проведения измерений. Отмечены особенности применения, достоинства и недостатки каждого из рассмотренных методов.

**Ключевые слова:** электромагнитное излучение; помеха; измерение; печатная плата; ТЕМ-камера; поверхностное сканирование; прямое соединение; клетка Фарадея; магнитный зонд.

В процессе функционирования электронные устройства порождают электромагнитное излучение (ЭМИ), вызванное протеканием токов в проводниках, работой импульсных преобразователей напряжения, систем тактирования микроконтроллеров и микропроцессоров. Ввиду негативного влияния недопустимых уровней ЭМИ на работоспособность устройств возникает необходимость учитывать вероятные проблемы в части их электромагнитной совместимости (ЭМС). Для оценки ЭМИ электронных устройств проводятся специальные испытания, на основе результатов которых можно сделать вывод о качестве проектирования печатной платы и, при необходимости, внести коррективы в схемотехнику и топологию печатной платы устройства.

Международной электротехнической комиссией (МЭК) предлагается пять стандартизированных методов измерения ЭМИ электронных устройств: метод с применением камеры поперечной электромагнитной волны (ТЕМ-камеры), метод поверхностного сканирования, метод прямого соединения 1/150 Ом, метод с использованием клетки Фарадея и метод с использованием магнитного зонда.

Метод с применением камеры поперечной электромагнитной волны (ТЕМ-камеры) позволяет исследовать излучение поля отдельных интегральных схем (ИС) на тестовой печатной плате при помощи специализированной камеры, в которой может быть возбуждена поперечная электромагнитная волна. Частотный диапазон измерений электромагнитного поля от ИС с использованием данного метода состав-

ляет 150 кГц – 1 ГГц. Верхняя предельная частота измерений может быть увеличена за счёт применения гигагерцовой ТЕМ-камеры особой конструкции [1].

Метод поверхностного сканирования предназначен для измерения напряжённости электрических и магнитных полей, излучаемых печатной платой электронного устройства путём сканирования её поверхности при помощи электрических или магнитных пробников, работающих в ближнем поле. Частотный диапазон измерений данным методом составляет 10 МГц – 1 ГГц [2]. Метод позволяет локализовать источник ЭМИ на печатной плате с точностью до внутренних периферийных блоков ИС.

Метод прямого соединения 1/150 Ом позволяет определить уровень кондуктивных электромагнитных помех, генерируемых отдельными ИС на печатной плате электронного устройства путём непосредственного подключения специализированных пробников к интересующей цепи ИС. Данный вид помех может проявляться как в виде тока высокой частоты (для его измерения используется прецизионный токоизмерительный шунт сопротивлением 1 Ом), так и в виде высокочастотного напряжения (для его измерения используется согласующая цепь с импедансом 150 Ом). Частотный диапазон измерений кондуктивных помех данным методом лежит в пределах 150 кГц – 1 ГГц [3].

Метод измерения электромагнитных помех с применением клетки Фарадея позволяет измерять уровень помех, излучаемых отдельными ИС, группами ИС и целыми печатными платами. Частотный диапазон измерений составляет 150 кГц – 1 ГГц. Метод предполагает использование экранирующей структуры в виде клетки Фарадея, снабжённой входными и выходными фильтрами для источников и измерительных устройств [4].

Метод измерения электромагнитных помех с использованием магнитного зонда представляет собой метод измерения ВЧ-тока кондуктивной помехи в диапазоне частот от 150 кГц до 1 ГГц. С помощью магнитного зонда измеряется напряжённость магнитного поля на определённом расстоянии от соединительного проводника, подключенного к соответствующему входу испытуемой ИС. Такое измерение возможно в том случае, когда данный проводник выполнен в виде полосковой линии. Данный метод позволяет оценить уровень ВЧ-токов, которые создают электромагнитные помехи, излучаемые через проводники печатной платы, земляной слой и шины питания [5].

Результатом проведённого теоретического исследования методов локализации источников электромагнитных помех в ближней зоне

печатных плат электронных устройств является систематизация сведений о применяемости и основных особенностях данных методов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz. – Part 2: Measurement of radiated emissions–TEM cell and wideband TEM cell method. IEC 61967-2:2005. – 2005. – ANSI. – 52 p.
2. Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz. – Part 3: Measurement of radiated emissions–Surface scan method, IEC 61967-3:2005. – 2005. – ANSI. – 55 p.
3. Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz. – Part 4: Measurement of conducted emissions–1 $\Omega$ /150 $\Omega$  direct coupling method, IEC 61967-4:2005. – 2005. – ANSI. – 55 p.
4. Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz–Part 5: Measurement of conducted emissions – Workbench faraday cage method, IEC 61967-5:2003. – 2003. – ANSI. – 47 p.
5. Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz. – Part 6: Measurement of conducted emissions – Magnetic probe method, IEC 61967-6:2008+A1:2008. – 2008. – ANSI. – 51 p.

УДК 378.147.31

#### ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СКРИНКАСТОВ В УЧЕБНЫХ ЦЕЛЯХ

*В.Б. Порутчиков, Д.И. Веселов, студенты каф. УИ  
Научный руководитель В.А. Семглазов, доцент каф. УИ  
г. Томск, ТУСУР, lzzzzzSlavazzzzz@gmail.com,  
danyavesselov@gmail.com*

Проведено исследование современных технологий в сфере образования на примере программ по записи видео- и скринкастов. Приведены типология и примеры таких программ. Представлен опыт пользования программами.

**Ключевые слова:** скринкасты, высшее образование, программы, запись видео.

Современное высшее образование требует от преподавателей вузов как новых форм обучения, так и инновационных методов работы с информацией различного типа. Развитие медийных технологий позволяет преподавателям не только демонстрировать и распространять информационные видео, но и создавать свои обучающие видео. Одной из таких технологий является скринкаст [1].

**Скринкастинг** – разновидность записи видео, позволяющий передавать для широкой аудитории видеопоток с записью происходящего на компьютере пользователя. Скринкаст включает в себя аудиома-

териалы, текстовые, а также движение курсора на рабочем дисплее. Данные программы имеют широкий спектр применения, одним из которых является применение в учебной деятельности. Но не все программы на просторах интернета могут подойти.

Для понимания, какое программное обеспечение для создания скринкастов подходит в учебных целях, был составлен следующий список требований: понятность интерфейса, сбалансированность платного и бесплатного функционала, достаточная для преподавателя длительность записи видео, устойчивость к санкциям, форматы записи.

Проведя анализ интернет-источников и протестированных программ, были выделены следующие программы: OBS Studio, Free Cam, Free Screen Video Recorder, Ezvid.

**OBS Studio** – программа для записи и трансляции видео [2]. Данная программа была создана интернациональной командой, и сам код программы находится в открытом доступе, что позволяет любому желающему скачать её либо создать свою программу. Всё это показывает, что независимо от политической ситуации у пользователей не пропадёт возможность использовать данное программное обеспечение в полном объёме. OBS, в первую очередь, был создан энтузиастами для записи и трансляции компьютерных игр, и благодаря этому данная программа оптимизирована наивысшем способом. Она не нагружает центральный процессор и видеоадаптеры, основная нагрузка во время тестов была на оперативную память, и для более стабильной работы рекомендуется использовать 16 гигабайт оперативной памяти. Интерфейс у данной программы полностью на русском языке и достаточно интуитивный, но при первом знакомстве могут возникнуть некоторые проблемы.

Также OBS не имеет никаких платных функций, весь функционал доступен сразу. Из недостатков можно выделить, что в программе нет минимального редактора видео, что не позволяет сразу убирать некоторые огрехи видеозаписи, и, в первую очередь, OBS была создана для игровой индустрии, из-за этого в программе есть множество функций, которые не нужны в образовательном процессе.

**Free Cam** – условно бесплатная программа по записи видео с экрана, разработана иностранной компанией [3]. Платный функционал включает в себя возможность записывать не только экран, но и веб-камеры, добавляет аннотации и подсказки по горячим клавишам и экспорт в формат MP4. Она не имеет ограничений по записи, и нет водяных знаков на записанном материале. Интерфейс простой и интуитивно понятен, неподготовленный человек с легкостью поймет, что где находится. Из приятных функций можно выделить возможность

снимать лишь выделенную часть экрана, записывать звуки ваших программ и приложений или добавлять фоновую музыку к вашему видео, чтобы подчеркнуть важные детали и шаги, выделите курсор мыши и включите звук щелчка мыши. В приложении есть простейший редактор видео, который позволяет после записи вырезать ненужные фрагменты, удалить ненужные фоновые звуки и регулировать чувствительность микрофона.

**Free Cam** в ходе работы не нагружал систему и работал стабильно независимо от открытых приложений. Из недостатков можно выделить, что запись ведётся лишь в формате WMV и нет возможности вести запись с веб-камеры, но данные недостатки решаются в платной версии программы.

**Free Screen Video Recorder** – полностью бесплатное приложение, не имеет платной версии и платной подписки, разработана иностранной компанией [4]. У данной программы есть возможность записывать разговор в скайпе – это может пригодиться, в случае если преподаватель хочет записать интервью и вставить в свой видеоурок. Интерфейс прост и понятен, но если человек не сможет разобраться, на сайте разработчика есть подробный гайд. Free Screen Video Recorder не имеет ограничений по длительности записи. Из недостатков можно выделить запись звука только с микрофона, сохранения видео только в формате AVI, нет минимального встроенного редактора, во время работы может появляться реклама, и нет оповещения, если запись закончилась или остановлена.

**ShareX** – это программное обеспечение с открытым исходным кодом. В ShareX присутствует набор опций, благодаря которым его можно сопоставить с платными экранными рекордерами, например, возможность импортировать музыку и видео, а также делать полноэкранную запись [5]. Эта программа преимущественно предназначена для опытных пользователей. Также весомыми плюсами могут служить неограниченность записи и поддержка служб обмена URL, из недостатков можно выделить: интерфейс не подходит непрофессионалам, отсутствие встроенного видеоредактора, при загрузках больших файлов может выдать ошибку, только английский язык.

Таким образом, исходя из выдвинутых требований к программам более всего для учебной деятельности в университетах подходят Free Cam. Соответствует всем требованиям. Она легка в освоении, бесплатна, неограниченность видео, имеет встроенный редактор, однако есть недостаток в виде только одного формата записи, но данный недостаток легко обходится конверторами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Роль скринкастов в обучении иностранному языку [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://interactive-plus.ru/ru/article/462112/discussion\\_platform](https://interactive-plus.ru/ru/article/462112/discussion_platform) дата (обращения: 05.03.2022).
2. Официальный сайт OBS Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://obsproject.com/ru> (дата обращения: 05.03.2022).
3. Официальный сайт Free Cam [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ispring.ru/ispring-free-cam> (дата обращения: 05.03.2022).
4. Официальный сайт Free Screen Video Recorder [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://www.dvdvideosoftware.com/products/dvd/Free-Screen-Video-Recorder.htm> (дата обращения: 05.03.2022).
5. Официальный сайт ShareX [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://getsharex.com/> (дата обращения: 05.03.2022).

УДК 528.082

### ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ СМАРТФОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

*П.В. Жданова, студентка*

*Научный руководитель С.В. Долин, ассистент каф. космической  
и физической геодезии*

*Проект ФГБОУ СГУиТ. Позиционирование смартфонов  
с использованием глобальных навигационных спутниковых систем  
г. Новосибирск, СГУиТ, jdanovap2002@gmail.com*

Рассматриваются современные возможности высокоточного позиционирования для мобильных систем на платформе Android. Изучены исследовательские работы, проведенные в области позиционирования с использованием смартфонов, с акцентом на следующие аспекты: обзор фундаментальной работы по сырым измерениям со смартфонов и оценке качества сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) для устройств Google Pixel 4, Google Pixel 5, Xiaomi Mi 8 и Samsung Ultra S20 с точки зрения уровня их сигнала и непрерывности фазы несущей, а также описанию текущего состояния области исследований позиционирования смартфонов.

**Ключевые слова:** смартфон, позиционирование, глобальные навигационные спутниковые системы, несущая фаза, антенна, частота.

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), такие как GPS, ГЛОНАСС, Galileo и BeiDou, уже давно известны современному обществу. ГНСС-приемники можно увидеть на улице в руках у людей, технология нашла применение в различных областях жизни. В

роли устройства позиционирования может выступать обычный сотовый телефон, что позволяет охватить широкие слои населения.

Задача позиционирования мобильных телефонов нацелена на осуществление автоматического определения их местоположения в пределах сотовых сетей.

Все современные смартфоны оснащаются системой навигации GPS, в новых моделях часто можно встретить и другие ГНСС, такие как ГЛОНАСС, Galileo и BeiDou.

В мае 2016 г. Google объявила о разработке интерфейса, позволяющего обрабатывать сырые ГНСС-измерения, для смартфонов на базе Android. Выпуск такого прикладного программного обеспечения открыл путь для разработки точных методов позиционирования с использованием сверхнизких датчиков.

В 2018 г. мобильный бренд Xiaomi выпустил первый в мире двухчастотный смартфон Xiaomi mi 8. Этот смартфон оснащен чипом Broadcom BCM47755, который поддерживает частоты L1/L5 для GPS и E1/E5 для Galileo в дополнение к частоте L1 для ГЛОНАСС и BeiDou. Наличие измерений псевдодиапазона и фазы, несущей на частотах L1/E1 и L5/E5, позволяет пользователю комбинировать измерения, существенно устраняя эффект ионосферной задержки. Это, в свою очередь, приводит к усовершенствованному решению позиционирования Precise Point Positioning.

Ранее смартфоны до Xiaomi Mi 8 принимали сигнал от спутников только на одной частоте L1 (1575 МГц). Эту частоту поддерживают все спутники: американские GPS, российские ГЛОНАСС, европейские Galileo и китайские BeiDou. Но, в отличие от других смартфонов, Xiaomi Mi 8 умеет принимать сразу два сигнала на разных частотах от одного и того же спутника. Вторая частота L5 (1176 МГц) предназначена для применения в ситуациях, от которых зависит жизнь человека, например в авиации.

С выпуском более современных моделей смартфонов, оснащённых двухчастотным приёмником, стало увеличиваться число экспериментов. ГНСС-смартфоны тестировались в быстродействующем статическом режиме (Rapid-static) и в сетевом кинематическом режиме реального времени (NRTK). Наблюдения GPS со смартфона Nexus 9 обрабатывались в дифференциальном режиме на основе несущей фазы относительно постоянно действующих базовых станций (ПДБС) с базовыми линиями в диапазоне от 10 м до 8 км. Точность определения положения на дециметровом уровне была достигнута после обработки 15-минутных данных со смартфона. GPS/ГЛОНАСС наблюдения со смартфонов Samsung Galaxy S8+ и Huawei P10 plus также тестирова-

лись и обрабатывались в режиме позиционирования NRTK с использованием поправок виртуальной опорной станции (VRS) из сети ПДБС с расстоянием 50 км. Точность положения каждого смартфона была на уровне сантиметра, но истинная точность решения была на уровне метра отчасти из-за неизвестного положения встроенной антенны смартфона. Основной проблемой при применении методов rapid-static и NRTK является необходимость находиться в зоне действия базовой станции, что является относительно дорогостоящим и ограниченным по области действия способом. В таблице представлены характеристики смартфонов, участвующих в эксперименте.

**Характеристики двухчастотных смартфонов**

Устройство	Xiaomi Mi 8 (смартфон)	Nexus 9 (планшет)	Samsung Galaxy S8+ (смартфон)	Huawei P10 plus (смартфон)
Платформа	Android 8.1	Android, 5.0.1	Android 7.0	Android 7.0
Профили Bluetooth	Bluetooth 5.0	Bluetooth 4.1	Bluetooth v 5.0	Bluetooth v 4.2
Спутниковая навигация	GPS/ГЛОНАСС/BeiDou	GPS/A-GPS/Глонасс	GPS, Galileo, Glonass, BeiDou	A-GPS GPS-модуль ГЛОНАСС
Дополнительные возможности	Гироскоп, компас, барометр, цифровой компас	Цифровой компас	Барометр, геомагнитный датчик, гироскоп, цифровой компас	Цифровой компас, гироскоп

Основной источник ошибок позиционирования в мобильных телефонах связан не с чипом ГНСС, а с внутренней антенной и переключением в режим работы с низким энергопотреблением.

Так как антенны в смартфоне не имеют стабильного фазового центра, как у геодезических ГНСС-антенн, это приводит к погрешностям в определении местоположения, а также на влияют на результат многолучевость, геометрическая задержка и среднее положение фазового центра.

Точность и надежность высокоточного позиционирования на основе несущей фазы на смартфоне в значительной степени зависят от фазовой и амплитудной диаграммы направленности его внутренней антенны. Разрешение неоднозначности целых чисел имеет решающее значение для сантиметрового уровня позиционирования ГНСС.

Благодаря открытому API, реализованному на Android, использование смартфонов для большинства прикладных геодезических и кадастровых работ увеличивается из-за экономической эффективности

смартфонов. Однако в высокоточном позиционировании смартфона есть некоторые ограничения. К ним относятся низкое качество ГНСС-измерений со смартфонов, их высокая чувствительность к ошибкам многолучевости из-за линейной структуры поляризации антенн, частые проскальзывания цикла и отсутствие наблюдений за фазой, а также отсутствие информации о смещении фазового центра и вариации для большинства смартфонов. Все эти факторы ограничивают пользователей в получении высокоточного позиционирования смартфона. Таким образом, существует высокий спрос на разработку новых методов и алгоритмов для повышения точности и надежности позиционирования смартфонов, а также на разработку точных приложений на базе смартфонов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Bakula M. Performance of DGPS Smartphone Positioning with the Use of P(L1) vs. P(L5) Pseudorange Measurements / M. Bakula, M. Uradziński, K. Krasuski // *Remote Sensing*. – 2022. – Vol. 14, № 4. – P. 929.
2. Geng J. On the feasibility of resolving Android GNSS carrier-phase ambiguities / J. Geng, G. Li // *Journal of Geodesy*. – 2019. – Vol. 93, № 12. – P. 2621– 2635.
3. Shinghal G. Conditioning and PPP processing of smartphone GNSS measurements in realistic environments / G. Shinghal, S. Bisnath // *Satellite Navigation*. – 2021. – Vol. 2, № 1. – P. 10.
4. A-GPS. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/A-GPS>, свободный (дата обращения: 05.02.2022).
5. Humphreys T., Murrin M., Diggelen F. et al. On the feasibility of cm-accurate positioning via a smartphone's antenna and GNSS chip. – 2016. – 232 с.
6. Системы глобального позиционирования мобильных устройств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://zadereyko.info/mestopolojenie\\_telefonov/sistemu\\_globalnogo\\_pozitionirovaniya2.htm](https://zadereyko.info/mestopolojenie_telefonov/sistemu_globalnogo_pozitionirovaniya2.htm), свободный (дата обращения: 27.02.2022).
7. Позиционирование мобильных телефонов / BRE.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bre.ru/security/8585.html>, свободный (дата обращения: 07.03.2022).
8. Dual GPS в смартфоне / AndroidLime [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://androidlime.ru/dual-gps-phone>, свободный (дата обращения: 01.03.2022).

## **ПОДСЕКЦИЯ 3.7**

### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

*Председатель – Зариковская Н.В., доцент каф. АОИ, ген. директор ООО «АльдераСофт», к.ф.-м.н.;*  
*зам. председателя – Колотаев И.В., ст. разработчик*  
*ООО «Синкретис»*

УДК 004.891.3

#### **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПРОФОРИЕНТАЦИИ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ В ПЛАТФОРМЕ «DIGITAL HR»**

*А.А. Мухачева, А.А. Подлеснова,  
Н.Д. Шабанов, студенты каф. БИС;  
А.Е. Гужов, студент каф. КИБЭВС*

*Научный руководитель С.В. Глухарева, ст. преп. каф. КИБЭВС*  
*Проект ГПО КИБЭВС-2005. DIGITAL HR*  
*г. Томск, ТУСУР, gsv@fb.tusur.ru*

Разработан профориентационный модуль для школьников на платформе «Digital HR». Авторами работы были отобраны лучшие инструменты профориентации и внедрены в модуль, также на основе профстандартов были разработаны задания по ключевым специальностям и лаборатории для прохождения профориентационной игры. В результате был создан модуль цифровой платформы с наполнением в виде комплекса лабораторий для определения направленностей и предрасположенностей школьника к какой-либо профессии.

**Ключевые слова:** школа, профориентация, модуль цифровой платформы.

Одна из проблем, с которой сталкиваются школьники, – выбор будущей профессии. Согласно исследованиям НАФИ, лишь около трети (31%) подростков в возрасте от 14 до 17 лет определились с выбором будущей профессии [5]. Также 53% школьников считают, что школа никак не помогла в профориентации. Отсюда вытекает другая проблема – частота отчислений студентов из университетов, т.к. на момент поступления подросток не определился с профессией.

Для решения данной проблемы Министерством просвещения в 2021 г. была разработана программа «Билет в будущее», которая прошла апробацию, в ней участвовали 800 школ по всей стране [1]. Также на территории Российской Федерации Президент РФ в конце 2016 г. поручил разработать и утвердить программу «Цифровая экономика» с целью создания технических, правовых, информационных, управленческих условий для развития цифровизации на территории государства [4]. С 2018 г. для решения образовательных задач стали разрабатываться платформенные решения.

На данный момент проведено множество работ, доказывающих пользу цифровых платформ [2]. Наибольшей популярностью пользуется метод геймификации. Молодое поколение втянуто в игровые процессы, им гораздо интереснее выполнять задания в режиме игры. Также распространенным методом, применимым на всех этапах профориентационной работы, является тестирование. Результаты прохождения теста – это стандартизированные данные о личности учащегося. Такая информация дает представление о мотивах выбора той или иной деятельности, профессиональных направлениях учащегося [3].

Было принято решение разработать модуль в цифровой платформе, который совмещает в себе профориентационные инструменты: геймификацию и тестирование.

Основой модуля стала профориентационная игра, направленная на выявление склонностей, интересов и предпочтений будущих школьников, а также способностей к той или иной профессии. Направлением для игры выбрано космостроение. В результате игры школьники с помощью знаний строят ракету и запускают ее в космос.

Для профориентационной игры были разработаны следующие лаборатории: лаборатория инженера-конструктора, лаборатория инженера-электронщика, лаборатория инженера-программиста, лаборатория электромеханика, лаборатория машиностроителя, лаборатория экономиста, лаборатория юриста, лаборатория специалиста по информационной безопасности, лаборатория HR-специалиста (рис. 1).

В результате прохождения лаборатории определяются компетенции и профессиональные склонности школьника. Например, в лаборатории инженера-конструктора предлагается ряд различных заданий на знание основ физики, процессов изменения температуры и знание электрических схем (рис. 2).

Посещая лаборатории, школьник набирает баллы, которые позволяют определить его наклонности и базовые компетенции, а также склонность к той или иной профессии.

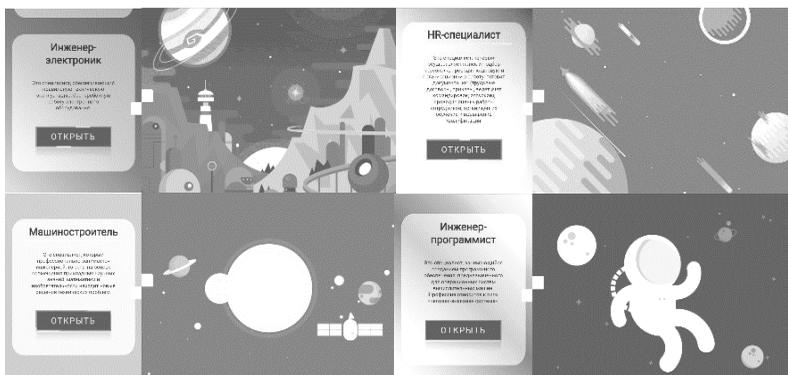


Рис. 1. Главное меню комнат

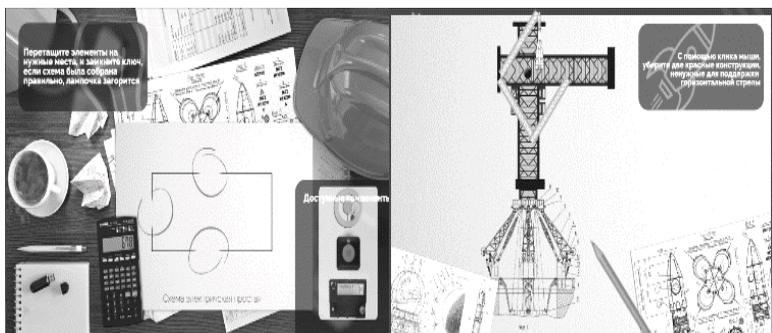


Рис. 2. Примеры заданий

Таким образом, разработанный профориентационный модуль цифровой платформы «Digital HR» для школьников использует два основных метода – геймификация и тестирование, которые быстро и точно позволяют определить наклонности школьников и уровень развития компетенций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В РФ в 2021 г. запустят программу профориентации и трудового воспитания в школах и вузах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/9615731>, свободный (дата обращения: 03.03.2022).
2. Варенина Л.П. Геймификация в образовании // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2014. – Т. 6, № 6-2 (28). – С. 314–317.
3. Гудкова Е.В. Основы профориентации и профессионального консультирования: учеб. пособие / под ред. Е.Л. Солдатовой. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – С. 89–92.
4. Использование цифровой платформы для сотрудничества работодателей и образовательных учреждений / С.В. Глухарева, О.В. Кочетков,

Ю.О. Лобода, О.И. Рекундаль // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов: матер. междунар. науч.-метод. конф. Томск, 28–29 января 2021 г.: в 2 ч. – Томск: ТУСУР, 2021. – С. 85– 88.

5. НАФИ – многопрофильный аналитический центр: Школа не помогает подросткам выбрать профессию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iz.ru/755019/roman-kretcul-evgenii-timofeev/s-budushchei-professiei-opredelilis-menshe-treti-vypusknikov>, свободный (дата обращения: 25.02.2022).

УДК 004.912; 004.622

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА НА ФАКУЛЬТЕТЕ БЕЗОПАСНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ АИС ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ВСЕХ ВИДОВ ПРАКТИК)**

*Э.Э. Белозерцев, П.Ю. Давыдченко,*

*В.А. Семенов, студенты каф. КИБЭВС*

*Научный руководитель С.В. Глухарева, ст. преп. каф. КИБЭВС  
Проект ГПО КИБЭВС-2101. Автоматизированная информационная  
система для подготовки документов  
для прохождения всех видов практик  
г. Томск, ТУСУР, [eduard.belozercev@gmail.com](mailto:eduard.belozercev@gmail.com)*

Рассматривается необходимость создания на факультете безопасности автоматизированной информационной системы для подготовки документов, которая может быть использована при заполнении пакета документов для прохождения всех видов практик.

**Ключевые слова:** автоматизированная система, система электронного документооборота, практическая подготовка, разработка.

Образовательная деятельность в вузе неразрывно связана с практической подготовкой. В Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) проведение практической подготовки организовано в виде практик – вида учебной деятельности, направленной на формирование, закрепление и развитие практических навыков и компетенций в процессе выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью [1].

Для каждого вида/типа практики и места её проведения установлен основной пакет документов, которые заполняются студентами и проверяются руководителем. Однако на этапе подготовки документов нередко возникают трудности и проблемы, связанные с их заполнением студентами и проверкой ответственными за практику. Кроме того,

заполнение целого пакета документов вручную является кропотливым, времязатратным процессом.

Подобные проблемы решаются внедрением системы электронного документооборота (СЭД) [2]. Автоматизация документооборота позволяет сузить спектр возможных ошибок, увеличить эффективность работы с документами в плане затрат времени.

В качестве примеров наиболее известных СЭД можно привести «1С:Документооборот 8» компании «1С», «ТЕЗИС» компании Haultmont, «Е1 ЕВФРАТ» компании Cognitive Technologies. Существуют также сервисы, позволяющие облегчить процесс подготовки и проверки договоров – конструкторы договоров, некоторыми из которых являются «FreshDoc» и «Doczilla». Изучив предоставляемые данными сервисами возможности и подробности их работы, удалось успешно выстроить представление о том, какой должна быть создаваемая автоматизированная система для подготовки документов для всех видов практик.

Важен был выбор подходящей системы верстки, необходимой для создания шаблонов документов. Наличие шаблона для каждого документа позволяет избавить пользователя от действий, касающихся контроля структуры документа, форматирования текста. В рамках проекта была выбрана система XeTeX, содержащая наиболее полный набор инструментов для работы с шаблонами документов. Данной системой используется собственный язык разметки для задания структуры документа, что делает его автоматизированное создание и заполнение данными более простым и удобным. Выбор языка программирования основывался на оценке как опыта разработчика и функционала языка, так и его совместимости с компилятором TeX-документов.

Для контроля корректности вносимых данных используется база данных, содержащая как информацию о студентах, руководителях практик, так и заранее определенные графики проведения практик. Для разработки автоматизированной системы в рамках проекта подошла система управления базами данных MySQL, включающая в себя необходимый набор инструментов и возможностей, а также поддерживающая масштабирование.

На рис. 1 представлена инфологическая модель данных, на основании которой была построена база данных для объекта разработки. Реализованы связи 1:М (один ко многим) между таблицами «Факультет» и «Кафедра» и М:М (многие ко многим) между таблицами «Кафедра» и «Направление». Причина заключается в том, что на одном факультете находится несколько кафедр. Однако одно и то же направ-

ление подготовки может быть у разных кафедр. Из-за особенностей русского языка были предусмотрены варианты использования данных в разных падежах (именительный, дательный, винительный, родительный).

Таким образом, на первом этапе работы была создана структура автоматизированной информационной системы. АИС была реализована в виде десктопного приложения с возможностью как заполнения основного пакета документов студентами, так и проверки их ответственными за практику.

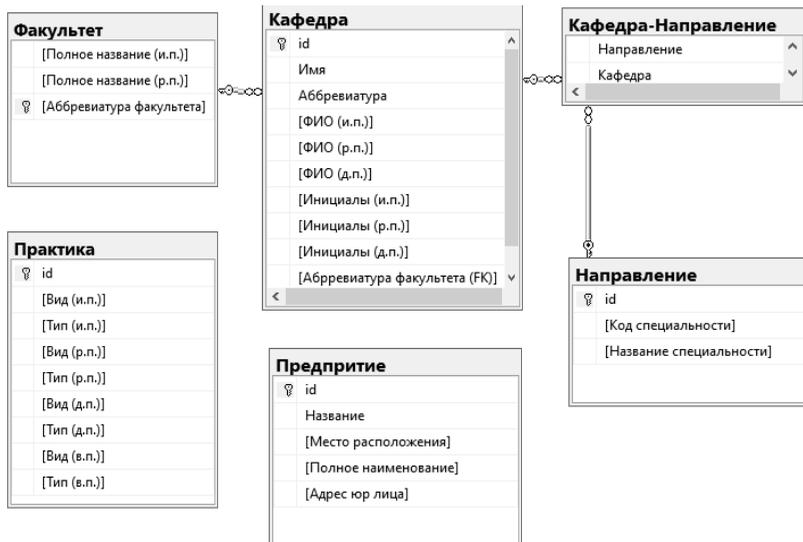


Рис. 1. Инфологическая модель данных

Следующей основной задачей проекта было выявлено создание более подробного прототипа автоматизированной системы с доработкой отдельных её частей – совершенствование и дополнение TeX-шаблонов, проверка возможностей программного обеспечения, редактирование и дополнение базы данных.

Данная структура позволит обеспечить автоматизацию процесса заполнения документов. Создание единого массива информации, в том числе и шаблона всех необходимых документов, поможет свести к минимуму количество операций, выполняемых вручную при заполнении и проверке документов.

Итак, использование создаваемой АИС для подготовки документов для всех видов практик способно обеспечить увеличение эффек-

тивности работы с документами и производительности труда, снижение времязатратности благодаря упрощению процесса создания, редактирования, проверки и согласования документов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Положение о практической подготовке в форме практики обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования в ТУСУРе: введено приказом ректора от 19.10.2020 № 830 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [regulations.tusur.ru/documents/1073](http://regulations.tusur.ru/documents/1073), свободный (дата обращения: 22.11.2021).

2. Положения об использовании системы электронного документооборота ТУСУР: введено приказом ректора от 05.04.2021 №261 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [regulations.tusur.ru/documents/1124](http://regulations.tusur.ru/documents/1124), свободный (дата обращения: 22.11.2021).

УДК 004.921

### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА В ТКАНЯХ ЧЕЛОВЕКА

*М.Д. Пахмурин, В.С. Шелихов, студенты каф. АСУ*

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

*Проект ГПО АСУ-2102. Программа визуализации тепла в тканях  
г. Томск, ТУСУР, [mdpakhmurin@gmail.com](mailto:mdpakhmurin@gmail.com)*

Проблема онкологических заболеваний очень остро стоит как в России, так и во всем мире. В ТУСУРе был разработан комплекс локальной гипертермии «Феникс-2», предназначенный для лечения онкологических заболеваний путём нагрева (до 45 °С в режиме локальной гипертермии и более 60 °С в режиме термоабляции). Этот комплекс сейчас применяется в НИИ онкологии Томского НИМЦ. Однако он не имеет возможности визуализации процесса нагрева, что необходимо хирургам-онкологам. Кроме того, применение комплекса в режиме локальной гипертермии подразумевает использование игольчатых нагревателей. Соответственно, хирурги хотят заранее предусмотреть места и направление их введения.

**Ключевые слова:** DICOM, визуализация, трехмерная графика.

Задачей разрабатываемого проекта является создание программы моделирования и прогнозирования распространения тепла в тканях человека.

Для построения трехмерных моделей используются специальные файлы, получаемые во время томографии. Томография производит

последовательное сканирование тканей человека. Все современные томографы не производят готовых изображений, они формируют файлы формата DICOM [1], которые содержат информацию о пациенте, исследовании и информацию о плотности ткани в конкретной точке слоя.

Из DICOM-файлов с помощью библиотеки fo-dicom [2] берутся текстовые данные и изображение, которые отображаются в окне программы (рис. 1). Для удобства визуализации типов тканей было реализовано наложение цвета в соответствии с плотностью по шкале Хаунсфилда [3].

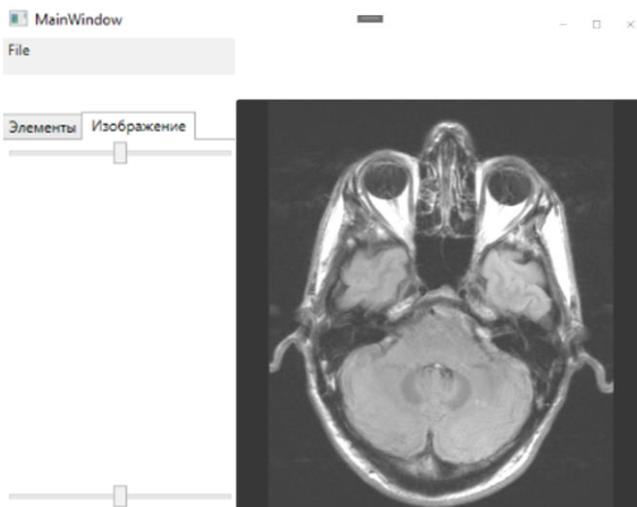


Рис. 1. Изображение DICOM

Также начата разработка части программы, позволяющей отрисовывать трехмерную модель, создаваемую как наложение изображений друг на друга. Так как изображения можно интерпретировать как двумерную сетку, каждое значение в которой является цветом, то модель, построенная из изображений, будет представлять собой трехмерную сетку.

Для отрисовки модели используется OpenGL [4] – графический API, позволяющий использовать видеокарту для выполнения параллельных вычислений на видеокарте. Для каждого пикселя окна приложения запускается шейдер – специальная программа, выполняющаяся на видеопроцессоре.

В шейдере описывается алгоритм, который ищет пересечения луча, выпущенного от положения пользователя на виртуальной сцене, с

трехмерной сеткой, с помощью алгоритма Raymarching [5], который основан на функциях расстояния, возвращающих кратчайшее расстояние до поверхности, после чего луч делает шаг в том же направлении на это расстояние, и так до тех пор, пока не произойдет пересечение с поверхностью.

Для поиска пересечений луча внутри самой сетки используется алгоритм Fast Traversal Voxel Algorithm [6], в котором сначала ищется первое пересечение с сеткой по всем осям, после чего луч перемещается на расстояние, равное шагу сетки.

На рис. 2 показан текущий этап реализации построения изображения.

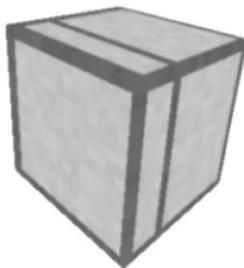


Рис. 2. Тестовая трехмерная модель, заданная трехмерной сеткой

В дальнейшем планируется реализация алгоритма, формирующего модели из DICOM-файла, вычисление формул распространения тепла в зависимости от плотности тканей и визуализация этого процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. DICOM. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/DICOM> (дата обращения: 01.03.2022).
2. Fo-dicom, github [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/fo-dicom/fo-dicom> (дата обращения: 01.03.2022).
3. Шкала Хаунсфилда. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Шкала\\_Хаунсфилда](https://ru.wikipedia.org/wiki/Шкала_Хаунсфилда) (дата обращения: 01.03.2022).
4. OpenGL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.opengl.org/> (дата обращения: 01.03.2022).
5. Поля расстояний Raymarching-a. Хабр. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/503554/> (дата обращения: 01.03.2022).
6. A Fast Voxel Traversal Algorithm for Ray Tracing, John Amanatides, Andrew Woo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.42.3443&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 01.03.2022).

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ MYSQL

*А.М. Потлог, А.С. Слесаренко, студенты каф. КСУП;*

*И.В. Ячный, ст. преп. каф. КСУП*

*Проект ГПО КАФ-1703. Разработка приложений на Windows*

*г. Томск, ТУСУР, arroga077@gmail.com*

Разработан плагин, проверяющий состояние и целостность базы данных MySQL.

**Ключевые слова:** состояние базы данных, MySQL, плагин.

Во многих системах управления базами данных (СУБД) существует проблема повреждения данных, при возникновении таких ситуаций СУБД не может прочитать данные в таблицах.

Некоторые причины повреждения данных в СУБД MySQL:

- сервер MySQL остановился во время записи данных;
- внешняя программа и сервер одновременно изменяют таблицу;
- внезапное отключение машины, на которой работает сервер;
- некорректная работа кода MySQL;
- поломка аппаратного обеспечения.

После анализа существующих проблем приложения был создан плагин проверки и исправления таблиц.

**Проверка состояния базы данных.** Для проверки таблиц в MySQL существует команда CHECK TABLE.

Синтаксис команды:

CHECK TABLE name option

В качестве параметра option применяются разные опции проверки [1]:

Quick – не сканировать строки на неправильные связи;

Fast – проверка некорректно закрытых таблиц;

Changed – проверка только измененных с последней проверки таблиц или некорректно закрытых таблиц;

Medium – проверять удаленные связи;

EXTENDED – проверка ключа для всех ключей каждой строки.

В соответствии с параметрами этой команды в плагине был реализован SQL-запрос, который выполняется в заданный интервал времени.

**Исправление некорректных таблиц.** Для исправления таблиц в MySQL существует команда REPAIR TABLE.

Синтаксис команды:

REPAIR TABLE table\_name option

В качестве параметра option команда принимает параметры исправления [2]:

Quick – исправление только индексного дерева;

Extended – MySQL будет создавать индекс строка за строкой вместо создания по одному индексу единоразово с помощью сортировки.

В соответствии с выбранным параметром плагин выполняет исправление таблиц если запрос проверки вернул поврежденные таблицы.

**Пользовательский интерфейс плагина.** Интерфейс плагина, представленный на рис. 1, представляет собой окно, в котором отображается полоса прогресса проверки, ползунок для корректировки интервала проверок и параметры для проверки и исправления таблиц.

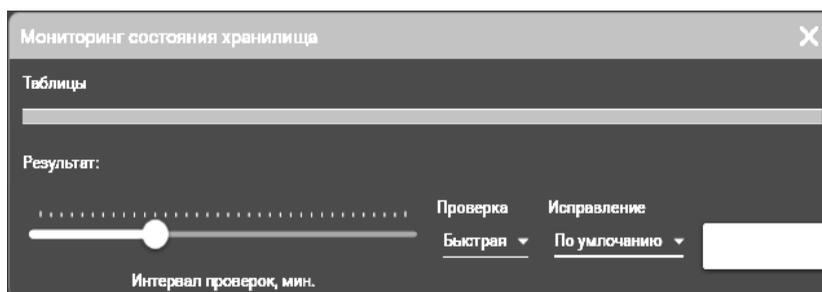


Рис. 1. Создание таймера

Плагин выполняет проверку каждые 60 мин или по кнопке, во время проверки отображаются имена таблиц и результат проверки, после успешной операции отображается результат, иначе происходит исправление таблиц в асинхронном режиме работы.

Так как программа реализована с использованием плагинной архитектуры, данный плагин можно применять в разных приложениях.

Таким образом, в программе не будет возникать ситуации, когда она работает с поврежденными таблицами, потому что плагин своевременно исправит некорректные таблицы и запишет информацию в протокол событий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Синтаксис CHECK TABLE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.mysql.ru/docs/man/CHECK\\_TABLE.html](http://www.mysql.ru/docs/man/CHECK_TABLE.html), свободный (дата обращения: 24.02.2022).

2. Синтаксис REPAIR TABLE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.mysql.ru/docs/man/REPAIR\\_TABLE.html](http://www.mysql.ru/docs/man/REPAIR_TABLE.html), свободный (дата обращения: 24.02.2022).

## ПРИМЕНЕНИЕ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КАЛЬЦИНАТОВ В ЛЁГКИХ

*М.Б. Сыч, студент*

*Научный руководитель С.В. Аксёнов, доцент каф. КУДР, к.т.н.  
г. Томск, ТГУ, msych98@gmail.com*

Рассматривается применение различных архитектур свёрточных нейронных сетей для обнаружения кальцинатов в лёгких на снимках компьютерной томографии. Проводится разметка снимков, подготовка их к передаче в нейронную сеть, обучение сети и оценка точности моделей.

**Ключевые слова:** глубокое обучение, U-Net, сегментация, кальцинаты.

Обнаружение кальцинатов в лёгких и оценка их объёма является важной задачей, на сегодняшний день не существует программ, позволяющих сделать это. Поэтому цель данной работы – создать программу, которая позволит обнаруживать кальцинаты на снимках компьютерной томографии легких и оценивать их объём. Кальцинат – скопление солей кальция в тканях органа.

Для разметки данных использовалась программа МІТК, она позволяет работать с различными форматами КТ. Каждый снимок представляет собой трёхмерный тензор, каждое значение которого – это значение на шкале Хаунсфилда и набор метаданных. Шкала Хаунсфилда – количественная шкала рентгеновской плотности, включает 4 096 значений от  $-1\ 024$  до  $+3\ 071$  единиц Хаунсфилда (НУ). С помощью окна визуализации осуществляется регулировка яркости и контрастности КТ-изображений таким образом, чтобы на экране монитора в шкале серого цвета были видны только ткани требуемого диапазона. Ткани с меньшей плотностью будут перекрыты черным цветом, ткани с большей плотностью – белым. Окно визуализации характеризуется параметрами ширины и центра. Ширина окна – это величина разности наибольшего и наименьшего значений КТ чисел, отображаемых на экране монитора в шкале серого цвета. Центр, или уровень, окна – это значение КТ-числа, расположенного по середине между наибольшим и наименьшим значениями отображаемого диапазона КТ-чисел.

Для того чтобы правильно произвести разметку, необходимо было для каждого снимка устанавливать одинаковые параметры окна. Процесс разметки происходил следующим образом:

1. Использовалась ширина окна 1, а центр 800 НУ, что позволяет минимизировать ошибки разметки, потому что рисунок будет иметь всего 2 оттенка серого, а именно чёрный и белый.

2. Каждый срез снимка дополнительно проверялся с шириной окна 2 500 и центром 800 НУ, это позволяет более детально рассмотреть срез, потому что снимок будет представлен 256 оттенками серого.

3. Каждый белый пиксель в области лёгкого вручную размечался.

В результате было размечено 20 снимков.

Далее для каждого снимка устанавливались параметры окна: центр 900 и ширина 2 200 НУ, затем каждый снимок нарезается на срезы 512 на 512 пикселей и сохраняется в формате .png. Для каждого снимка число срезов разное, в данной работе окно варьировалось от 113 до 152.

На полученных срезах наблюдалось, что существенная область вокруг туловища просто чёрная и не несёт в себе полезной информации. Для каждого снимка сверху и снизу отсекались полосы размера 512 на 64 пикселей, что позволило избавиться от 25% пикселей. После этого каждый срез нарезался на фрагменты 128 на 128 пикселей, в результате с каждого среза получилось по 12 фрагментов.

Для тренировочной выборки возможно использовать все фрагменты, полученные в ходе нарезки, но в таком случае большая часть масок – это просто чёрные изображения без белых пятен. Поэтому было решено обучать модель на фрагментах, содержащих пятна разметки, что позволило модели сконцентрироваться на обнаружении кальцинатов и существенно сократить время обучения. После разделения выборок на тренировочную, валидационную и тестовую все фрагменты переводились в двумерные массивы целых чисел от 0 до 255.

**Архитектура нейронной сети.** В задаче сегментации медицинских изображений в работах [1–3, 6] успешно применялась архитектура U-Net [4], адаптированная для каждой конкретной задачи. U-Net имеет свёрточную часть слева и развёрточную часть справа. Свёрточная часть состоит из блоков свёртки, каждый блок свёртки состоит из повторяющихся применений двух свёрток с ядром 3 на 3 и функцией активации Relu, перед применением свёртки не используется эффект дополнения. Выходная карта признаков блока свёртки сохраняется для дальнейшего использования, после чего к ней применяется операция выбора максимальных значений из соседних с ядром 2 (max pooling), каждый такой блок удваивает количество фильтров в выходной карте признаков и уменьшает в два раза длину и ширину карты признаков. Оригинальная сеть содержит 4 блока свёртки, пятый блок повторяет предыдущие, но там отсутствует операция выбора максимальных значений из соседних, назовём этот слой базовым. Начиная с базового блока, операция выбора максимальных значений заменяется операцией повышающей дискретизации (upsampling).

В ходе работы было опробовано несколько архитектур с различными настройками гиперпараметров. Для всех моделей были сделаны дополнения перед операцией свёртки и изменен размер входа. Среди опробованных вариантов были следующие: с добавлением прореживания (dropout) между блоками вместо UpSampling использовалось Conv2DTranspose с различными функциями потерь.

Использовались архитектуры U-Net с измененной кодирующей частью, реализованные библиотекой Segmentation models. В качестве кодирующей части использовались ResNet34, Inception и VGG 16. Наилучший результат показала кодирующая часть ResNet34. Эксперименты показали, что лучшие результаты у моделей, в которых в качестве функции потерь использовалась focal-loss [7]. При параметре гамма, равном 1, – это функция binary cross entropy. Эта функция позволяет модели больше концентрироваться на трудно классифицируемых образцах, чем на легко классифицируемых.

После подготовки выборок и построения архитектуры модели необходимо правильно выбрать метрику оценки качества. Если выбрать неподходящую метрику, то можно получить высокую оценку модели даже если в действительности она будет работать плохо. В некоторых задачах сегментации метрика assiguacy не подойдёт. Часто для оценки моделей сегментации используют метрику IOU [5].

Три лучшие модели объединили в ансамбль, и итоговый результат оказался лучше. Итоговая оценка модели проводилась на тестовой выборке, которая содержала все фрагменты, полученные из 4 снимков КТ.

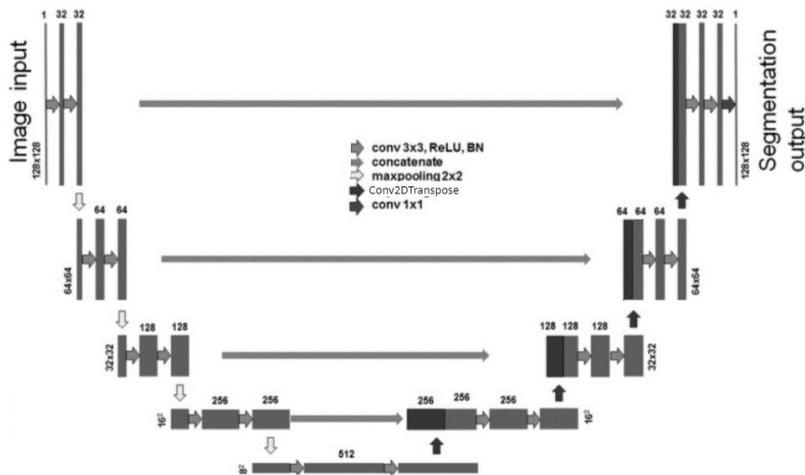


Рис. 1. Пример архитектуры U-Net для данной задачи

**Анализ полученных результатов.** После формирования выходной маски модель может посчитать объем кальциатов, исходя из мета-данных снимка. Ансамбль моделей показал IOU 80%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Xu M., Qi S., Yue Y. et al. Segmentation of lung parenchyma in CT images using CNN trained with the clustering algorithm // BioMed Eng OnLine. – 2019 [Электронный ресурс]. – <https://doi.org/10.1186/s12938-018-0619-9>
2. Targosz A., Przystalka P., Wiaderkiewicz R. et al. Semantic segmentation of human oocyte images using deep neural networks // BioMed Eng OnLine. – 2021 [Электронный ресурс]. – <https://doi.org/10.1186/s12938-021-00864-w>
3. Hamdalla F. Al-Yasriy, Muayed S. AL-Husieny, Furat Y. Mohsen, Enam A. Khalil, Zainab S. Hassan. Diagnosis of Lung Cancer Based on CT Scans Using CNN [Электронный ресурс]. – <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/928/2/022035/pdf>
4. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation [Электронный ресурс]. – <https://arxiv.org/pdf/1505.04597.pdf>
5. Jaccard P. (1901). Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. – Vol. 37, Bd. 140. – P. 241–272.
6. Zhitao Xiao, Bowen Liu, Lei Geng, Fang Zhang, Yanbei Liu. Segmentation of Lung Nodules Using Improved 3D-UNet Neural Network [Электронный ресурс]. – <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/928/2/022035/pdf>
7. Focal Loss for Dense Object Detection Tsung-Yi Lin Priya Goyal Ross Girshick Kaiming He Piotr Dollar Facebook AI Research (FAIR) [Электронный ресурс]. – <https://arxiv.org/pdf/1708.02002.pdf>

УДК 004.42

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЛЕКАЛ ОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ**

***А.Б. Титова, студентка***

*Научный руководитель Е.В. Драгунова, доцент каф.  
экономической информатики, к.э.н.*

*г. Новосибирск, НГТУ, [nyuratitowa2000@yandex.ru](mailto:nyuratitowa2000@yandex.ru)*

Неэффективная обработка данных порождает большие потери временных и трудовых ресурсов. Автоматизация обработки трехмерного сканирования и последующее построение индивидуального лекала позволят значительно упростить процесс пошива. Этапирование процесса автоматизации позволяет отследить точность обработки данных на каждом этапе. Возможность выгрузки данных в

разных форматах обеспечивает многофункциональность использования результатов.

**Ключевые слова:** автоматизация швейного производства, автоматизация построения лекал, адаптация трехмерного изображения, раскройная карта, LIDAR-сканер, виртуальное конструирование.

Производственные компании каждые полгода нуждаются в изготовлении комплектов униформы для сотрудников цеха. Для этого необходимо вызывать специалистов для снятия мерок или же отправлять каждого сотрудника в офис швейного предприятия.

Это отнимает большое количество рабочего времени всех сотрудников и ведёт за собой дополнительные затраты. На швейном предприятии создание индивидуального лекала для каждого сотрудника занимает большое количество времени. Это увеличивает сроки исполнения работ.

Для автоматизации процесса пошива предполагается программное обеспечение, в которое поступает трёхмерная модель человека. Далее программа подгружает из библиотеки лекало для определённого вида одежды и адаптирует его под индивидуальные мерки человека. При этом предполагается, что для сканирования трёхмерной модели человека может использоваться готовое программно-аппаратное обеспечение. Это может быть смартфон с LIDAR-сканером, либо готовый модуль для 3D-сканирования, которых на данный момент на рынке большое разнообразие.

Предлагаемый подход позволит в значительной мере автоматизировать рутинную и однообразную работу на швейном производстве, а для компании-заказчика спецодежды это упростит процедуру заказа.

К настоящему времени не существует программного обеспечения, которое самостоятельно могло бы построить лекало одежды по трёхмерной модели человека, сделанной при помощи LIDAR-сканера. Некоторые приложения позволяют подобрать по личным меркам, введённым вручную, стандартный размер одежды.

В предлагаемом ПО будет использован ряд инновационных технологий. На первом этапе – обработка 3D-модели человека – будут использованы технологии машинного обучения и компьютерного зрения с целью определения обмерных линий на модели. Обмеры будут рассчитываться путём численного интегрирования вдоль траектории по поверхности 3D-модели [1]. Для адаптации лекал на третьем этапе будут использованы технологии машинного обучения, а также методы линейных отображений (растяжение/сжатие вдоль определённых осей).

Подробное описание решений этапов объединено и показано на рис. 1.

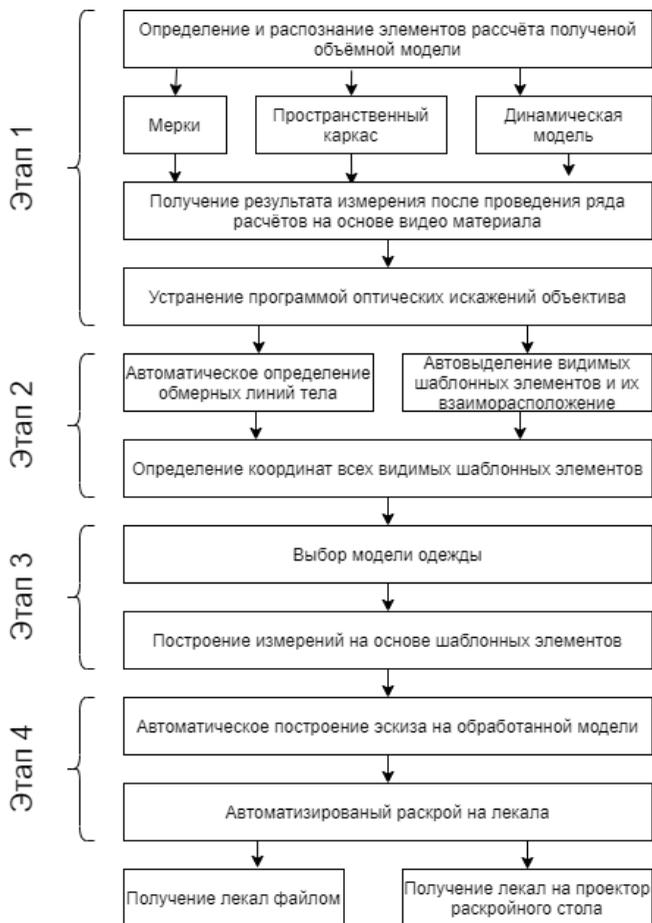


Рис. 1. Этапы автоматизации построения лекал

Автоматизация процесса строится из нескольких этапов: на первом этапе исходные данные подготавливаются к дальнейшей обработке модулем, в том числе исключение оптических искажений.

На втором этапе решается задача локализации обмерных линий на 3D-модели человека.

Для определения обмерных линий используются 2 подхода: анализ проекций 3D-модели и выделение контрольных точек, через которые проходит обмерная линия, а также технологии компьютерного зрения. Для измерения длины обмерной линии численно измеряется длина по поверхности модели с мелким шагом дискретизации.

На третьем этапе определяется корреляция между типовыми 3D-моделями человека и размерной сеткой лекал, а именно строится модель изменения набора лекал (выделение траектории линейного изменения размера, а также задаются коэффициенты сжатия/растяжения лекала в соответствии с мерками). Данная задача решается как в явном виде, так и методами линейной регрессии с использованием нейронных сетей [1].

На последнем этапе решается «задача оптимального раскроя», для решения которой существует множество библиотек.

Решение представляется в виде десктопного приложения, реализованного на языке программирования Python в виде графического интерфейса пользователя. В качестве входных данных используется трёхмерная модель человека. Архитектура программы включает в себя модуль снятия мерок с трёхмерной модели, модуль преобразования лекал под индивидуальные мерки, модуль построения раскройной карты, а также модуль графического отображения результатов каждого из этапов вычислений. При этом выходным файлом будет экспортироваться построенная оптимальным образом раскройная карта в виде изображения формата .jpg, .png и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Петросова И.А. Разработка методологии проектирования внешней формы одежды на основе трехмерного сканирования: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2014. – 522 с.

УДК 004.415.28

**РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ  
ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА**  
*В.А. Зайцев, студент; В.В. Соколова, доцент ОИТ ТПУ, к.т.н.*  
*г. Томск, НИ ТПУ, vaz27@tpu.ru*

Рассматривается задача мониторинга качества воздуха с помощью разработанного мобильного приложения.

**Ключевые слова:** качество воздуха, AQI, мониторинг окружающей среды, мобильное приложение, здоровье человека.

Загрязнение атмосферного воздуха является серьезным экологическим фактором, влияющим на здоровье любого человека. По результатам оценок Всемирной организации здравоохранения, в 2016 г. около 57% преждевременных смертей, связанных с загрязнением воздуха, были вызваны ишемической болезнью сердца и инсультом, око-

ло 19% – хронической болезнью легких и острыми инфекциями дыхательных путей и 5% – раком легких [1]. Ученые выяснили, что эти заболевания возникли в результате влияния на людей мелкодисперсных взвешенных частиц диаметром до 2,5 мкм, так как они достаточно малы и могут напрямую попасть в легкие и даже в кровоток, что может привести к различным заболеваниям.

Для того чтобы сократить количество заболеваний, связанных с дыхательной системой, хроническими и острыми респираторными заболеваниями, важно отслеживать параметры качества воздуха, а в случае превышения допустимых норм оперативно оповещать об этом население. Во многих странах для информирования населения об уровне загрязнения воздуха используется индекс качества воздуха AQI (air quality index), который учитывает наличие в нём мелкодисперсных частиц [2]. Данный индекс обычно формируется по уровням, каждый уровень имеет свое описание и характеристику, цветовой код и стандартизированное информационное сообщение о влиянии на общественное здоровье [3].

Таким образом, в результате исследования проблемы мониторинга состояния окружающей среды и информирования пользователей об опасных для здоровья показателях качества воздуха, давления, температуры и влажности была выбрана разработка гибридного мобильного приложения (ОС Android), доступного широкому кругу пользователей мобильных устройств.

Данные о показателях должны транслироваться с датчиков, которые могут быть установлены на любой точке земного шара. Для снятия показаний используется микросхема ВМЕ680, включающая в себя четыре сенсора, позволяющих измерять давление, температуру, влажность и качество воздуха. Полученные данные загружаются в базу данных и становятся доступными пользователю гибридного мобильного приложения.

Мобильное приложение было разработано с использованием языка программирования Java для платформы Android в среде разработки Android Studio и с использованием СУБД MS SQL Server. Разработанное приложение полностью адаптивно для мобильных устройств с разной плотностью пикселей на дюйм.

Само приложение «Качество воздуха» было создано с базовым компонентом – окно приложения «Activity», которое содержит три элемента управления «Fragment». Созданное приложение получает данные из базы данных на основе стандарта JDBC. Архитектура мобильного приложения представлена на рис. 1.

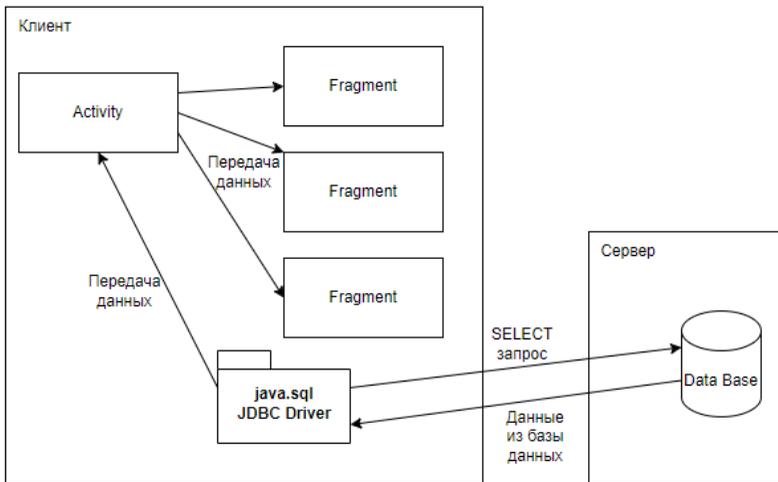


Рис. 1. Архитектура мобильного приложения

Каждый «Fragment» отображает актуальные результаты наблюдений за параметрами окружающей среды, как это показано на рис. 2.

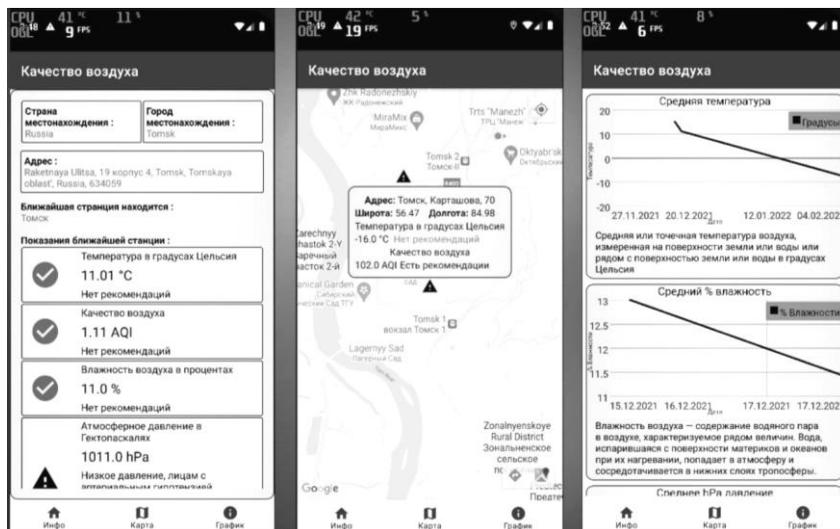


Рис. 2. Фрагменты мобильного приложения

На первом фрагменте «Инфо» показывается текущее местонахождение пользователя, а именно, страна, город, улица. Дополнительно

но отображаются адрес местонахождения датчика снятия показаний и актуальные показания параметров AQI, температуры, влажности воздуха и давления на текущий момент времени с рекомендациями, если они имеются. На втором фрагменте «Карта», пользователь увидит карту «Google maps» с текущим местоположением датчиков, и своего местонахождения. Иконки датчиков на карте информируют пользователя об опасности на данном участке. При нажатии на выбранный пользователем датчик появляется информационное окно с подробными данными о датчике. На третьем фрагменте «График» пользователь может наблюдать графики средних значений за последние пять дней снятия показаний и описание параметров.

При потенциально опасных для здоровья человека показателях приложение в фоновом режиме присылает пользователю уведомление с предупреждением, как представлено на рис. 3.

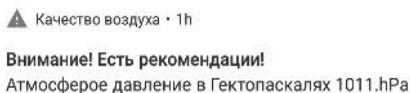


Рис. 3. Уведомление об опасных показателях окружающей среды

В итоге разработанное мобильное приложение предназначено для мониторинга параметров окружающей среды и информирования пользователей об опасных показателях загрязнения воздуха.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Всемирная организация здравоохранения, загрязнение атмосферного воздуха. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health), свободный (дата обращения: 09.02.2022).
2. Что такое AQI и почему его значение очень важно для экологического будущего страны. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eco.aep.kiev.ua/povini/chto-takoe-aqi-i-pochemu-ego-znachenie-ochen-vazhno-dlya-ekologicheskogo-budushhego-strany/>, свободный (дата обращения: 13.02.2022).
3. Air Quality Index (AQI) Basics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-basics/>, свободный (дата обращения: 22.01.2022).

## ПРОГРАММНАЯ БИБЛИОТЕКА РАСПОЗНАВАНИЯ СМЫСЛА ТЕКСТА

*Д.А. Жуков, студент*

*Научный руководитель Н.Е. Родионов, доцент каф. АСУ, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, zhukovda01@gmail.com*

Представлены предполагаемая архитектура и настоящий этап программной реализации разрабатываемой программной библиотеки распознавания смысла текста.

**Ключевые слова:** обработка естественного языка, смысл текста, семантический анализ, семантика.

В настоящее время обработка естественного языка и семантический анализ текста являются одними из важнейших задач, стоящих перед IT-сообществом всего мира. Всё больше и больше крупнейших международных корпораций внедряют в свои сервисы технологии, позволяющие извлекать необходимую информацию из текстов, написанных на естественных языках, что позволяет выводить обслуживание клиентов на концептуально новый уровень. Примерами использования таких технологий являются системы машинного перевода, анализа тональности, поисковые системы автоматического реферирования и т.д.

Однако перед всеми желающими использовать эти технологии в своих проектах встаёт серьёзная проблема – высокая сложность внедрения и сопровождения, требующая обязательного вмешательства квалифицированного специалиста в этой области. Разрабатываемая программная библиотека распознавания смысла текста как раз-таки призвана решить эту проблему путём создания простого в обращении программного инструмента, который мог бы использовать человек, имеющий лишь базовые навыки программирования.

Предполагаемая архитектура проекта представлена на рис. 1.

Основной идеей программной библиотеки является создание четырёх классов, каждый из которых отвечает за одну конкретную задачу. На данный момент предполагается создание классов, позволяющих выполнять реферирование текста, машинный перевод, анализ тональности и функции поискового движка. Подобная архитектура позволит добиться того, что большая часть технологически сложных алгоритмов, требующих высокой квалификации для обращения, будет скрыта от пользователя, упрощая тем самым внедрение данных алгоритмов в пользовательский продукт.

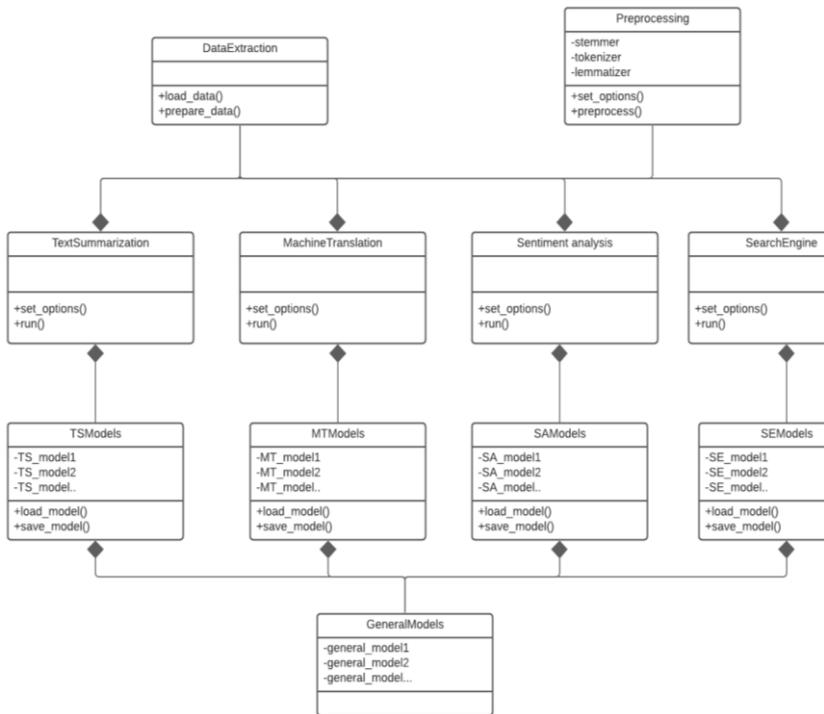


Рис. 1. UML-диаграмма архитектуры программной библиотеки

Таким образом, загрузка данных, первичная обработка и непосредственное обучение модели под нужды пользователя будут проводиться при минимальном вмешательстве оного.

На данный момент реализованы классы, отвечающие за машинный перевод и анализ тональности текста. Также реализован класс первичной обработки текста и загрузки обучающей выборки с пользовательского устройства. Модели, используемые для обучения алгоритмов, в большинстве своём базируются на нейронных сетях, в том числе рекуррентных нейронных сетях, использующих технологию «внимания», позволяющую добиться большей производительности модели.

Таким образом, на данный момент программная библиотека распознавания смысла текста способна помогать пользователям внедрять в свои проекты системы машинного перевода или анализа тональности. В будущем планируется завершить создание классов, отвечающих за реферирование текста и поисковые системы. Также будут до-

бавлены новые модели, в том числе базирующиеся на свёрточных нейронных сетях и «трансформерах», а также их гибриды с уже существующими. Ещё одной важной целью проекта является создание подсистемы автоматического нахождения обучающих выборок в сети Интернет для ряда типовых пользовательских задач.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. NLP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/cloud/learn/natural-language-processing>, свободный (дата обращения: 08.03.2022).

2. Practical Natural Language Processing by / Sowmya Vajjala, Bodhisattwa Majumder, Anuj Gupta, Harshit Surana. – Publisher(s): O'Reilly Media, Inc., Released June 2020.

3. Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition / Edition: Second, Publisher: Prentice Hall, February 2008,

4. By Jacob Eisenstein. Introduction to Natural Language Processing (Adaptive Computation and Machine Learning series). – Publisher MIT Press Ltd, Publication date: 01 Oct 2019.

5. By Jason Brownlee. Deep Learning for Natural Language Processing: Develop Deep Learning Models for your Natural Language Problems, Publisher Machine Learning Mastery. – Publication date: 21 Nov. 2017.

6. Transformers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/feature/Transformer-neural-networks-are-shaking-up-AI>, свободный (дата обращения: 08.03.2022).

УДК 004.4.42+004.823

### ТРАНСЛЯТОР ПРЕОБРАЗОВАНИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ В ОНЛАЙН-СЕРВИСЕ

*А.Б. Дарижапов, студент, каф. АОИ;*

*Д.В. Кручинин, доцент каф. КСУП, к.т.н.*

*г. Томск, ТУСУР, [kruchinindm@gmail.com](mailto:kruchinindm@gmail.com)*

*Проект ГПО РТС-0702. Разработка пакетов и онлайн-систем генерации учебного контента по математике и информатике*

Рассматриваются вопросы построения транслятора преобразования базы знаний по производящим функциям в онлайн-сервис. Описаны основные блоки, представлена упрощенная диаграмма объектов.

**Ключевые слова:** база знаний, транслятор, числовая пирамида, база знаний, онлайн-сервис.

Развитие систем компьютерной алгебры требует создания математических баз знаний, позволяющих организовать поиск и манипулирование сложными математическими объектами. Производящие

функции являются одними из таких объектов, которые находят применение в различных математических дисциплинах: перечислительная комбинаторика, статистика, теория чисел, комбинаторная генерация, теория ортогональных полиномов, анализа алгоритмов и т.д. [1].

В TUSURе была создана база знаний для производящих функций одной и двух переменных и их коэффициенты  $k$ -степени описываемых алгеброй биномиальных коэффициентов [2]. Эта база знаний была реализована в системе компьютерной алгебры Maxima, которая насчитывает 1 500 фреймов для описания производящих функций, их явных выражений коэффициентов  $k$ -степени, их свойства и отношения с другими производящими функциями.

Основная идея создания онлайн-сервиса заключается в расширении круга пользователей разработанной базы знаний и удобстве пользования (поиск, манипулирование и преобразование производящих функций базы знаний в форматы для их использования в различных системах компьютерной алгебры).

Для реализации этой идеи был разработан транслятор, который по описанию производящей функции, ее коэффициентов формирует Latex-представление и дальнейшее преобразование его в функции языков Python, Mathematica и HTML.

На вход транслятора поступает фрейм, представленный в языке Maxima, содержащий:

- 1) десятичный четырехзначный номер производящей функции;
- 2) явное выражение производящей функции  $U(x, y)$ ;
- 3) явное выражение тензора производящей функции  $T(n, m, k)$ ;
- 4) URL-ссылки на последовательности онлайн-энциклопедии целых последовательностей;
- 5) ссылки на другие фреймы базы знаний.

Транслятор реализован по схеме рекурсивного спуска, состоит из лексического блока, синтаксического блока, блока обработки ошибок, блока генерации внутреннего представления и блока интерпретации. Блок интерпретации производит вычисление коэффициентов степеней производящих функций на основе внутреннего представления фрейма в виде иерархии классов. Для реализации возможности разбиения сложных функций на зависимые друг от друга более простые класс Pyramid хранит производящую функцию как отдельное поле, где производящая функция является набором экземпляров класса GeneratingFunction. Аналогично для реализации вычисления значения явной формулы, где результат зависит от выполнения условий для переменных  $n, m, k$ , поле explicit\_formula является набором экземпляров класса ExplicitFormula, содержащих уникальное условие для выполнения. Производящая функция (GeneratingFunction) точно так же, как

и явная формула (ExplicitFormula), наследуются от класса Formula. На рис. 1 представлена упрощённая диаграмма объектов.

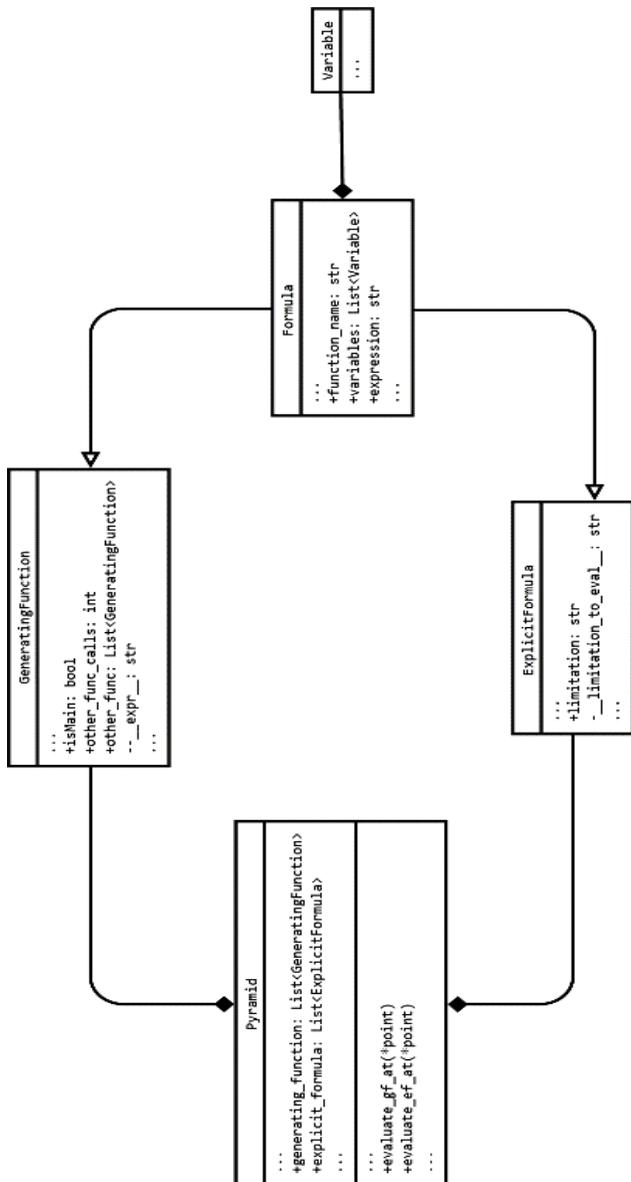


Рис. 1. Упрощённая диаграмма объектов

Для вычисления значения производящей функции в точке  $(x, y)$  находится «главная» функция из всех занесённых в набор, затем для каждой функции подсчитывается количество вызовов других функций (переменная `other_func_calls`), и в список `other_func` заносится название (название для каждой функции является уникальным значением) функции в хронологическом порядке вызова. Затем метод `evaluate_gf_at(...)` класса `Rugamid` рекурсивно вызывает другие функции, зависящие от главной, и заменяет их вызов на их значение в строке `__expr__` главной функции. В случае если зависящая функция имеет другие зависящие от неё функции, происходит тот же алгоритм, что и для главной.

Аналогично вычисляется значение явной формулы в точке  $(n, m, k)$ , только в этом случае вместо замены вызовов зависящих функций их значениями в этой точке происходит проверка условий для набора переменных и в соответствии с выполненным условием, вызывается функция из набора `explicit_formula`.

Транслятор реализован как веб-приложение, написано на языке Python, основано на микрофреймворке Flask, который, в свою очередь, для общения с браузером реализует WSGI (Web Server Gateway Interface) интерфейс. Для хранения информации о пользователях и фреймов производящих функций используется база данных на движке SQLite.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Kruchinin D.V., Kruchinin V.V., Shablya Y. Method for Obtaining Coefficients of Powers of Bivariate Generating Functions // *Mathematics*. – 2021. – № 9. – P. 428.
2. Кручинин Д.В. База знаний коэффициентов  $k$ -степени производящих функций двух переменных // Доклады ТУСУР. – 2021. – Т. 24, № 4. – С. 81–87.

## **ПОДСЕКЦИЯ 3.8**

### **ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

*Председатель – Хабибулина Н.Ю., доцент каф. КСУП, к.т.н.; зам.  
председателя – Потапова Е.А., ст. преп. каф. КСУП*

УДК 004.9

#### **ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ «ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ 3D-МОДЕЛЕЙ НА КАРТЕ»**

*Н.Р. Дууза, студент каф. КСУП*

*Научный руководитель А.А. Калентьев, доцент каф. КСУП к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, nachyn@outlook.com*

Рассмотрен вопрос о необходимости разработки веб-приложения для позиционирования 3D-моделей на карте.

**Ключевые слова:** веб-приложение, серверное приложение.

Во второй половине 2021 г. Марк Цукерберг объявил, что новым названием социальной сети «Facebook» будет «Meta», внедрив слово и концепцию «метавселенная» в заголовки и ленты социальных сетей по всему миру. Определение метавселенной, данное Цукербергом, – это «воплощенный интернет» («embodied internet»). Также на партнерском мероприятии Microsoft Inspire 2021 генеральный директор Microsoft Сатья Наделла представил концепцию метавселенной предприятия дополненную смоделированными средами и смешанной реальностью [1]. Четкого определения для метавселенной еще нет, но одной из ее возможной реализаций является виртуальный магазин брендов-гигантов, в котором можно купить реальную одежду и виртуальную (на выходе невзаимозаменяемый токен, который умеет отслеживать права собственности через блокчейн).

Но прежде чем появится настоящая метавселенная, корпоративная или какая-то другая, – сначала должны появиться «цифровые двойники» какого-либо проекта. Концепция цифрового двойника («Digital twin») существует с момента, когда NASA стала использовать технологию численного моделирования. Выполнение тестов и

моделирование сценариев «что, если» на цифровой модели ракеты намного менее затратно и трудоемко, чем тестирование десятков, если не сотен, физических космических аппаратов [2]. Сегодня цифровые двойники широко распространены в таких отраслях, как производство, дизайн продуктов и виртуальные экскурсии.

Virtual Singapore – это цифровой двойник города Сингапур. Его визуализация позволяет организовать процессы из разных сфер, например, для изучения покрытия зон сотовой сети, имитации рассеивания зон при чрезвычайных ситуациях, а также позволяет планировать и принимать решения при строительстве новых микрорайонов. Программа постепенно разворачивается с 2018 г., продолжается сотрудничество с государственными учреждениями, университетами и партнерами, чтобы использовать виртуальный Сингапур для своих потребностей в моделировании и симуляции. Virtual Singapore поддерживают национальный исследовательский фонд, канцелярия премьер-министра, земельное управление и государственное технологическое агентство Сингапура. Объем инвестиций составляет около 73 млн долл. США [3].

В текущей работе необходимо разработать собственное приложение для позиционирования трехмерных моделей на карте по следующим причинам:

1. Отсутствие широкого выбора программ на рынке, использование которых возможно только по одобренной подписке.
2. Отсутствие возможности нанять команду разработки для создания собственного цифрового двойника города.
3. Дороговизна существующих решений, к примеру, стоимость разработки ПО Virtual Singapore около 73 млн долл. США.

В задуманном приложении пользователь может создать свой виртуальный мир, основанный на карте планеты Земля. К примеру, при создании своего города реальный обелиск «Центр Азия» можно заменить на виртуальный монумент или сторонний собственный объект. Пользователь приложения может построить свой собственный виртуальный город или создать цифровой двойник определенного пространства для проведения виртуальных экскурсий.

Для организации создания цифровых двойников необходим веб-ресурс, который позволяет хранить и обрабатывать данные. Например, создание собственной системы обработки данных или использование CMS (система управления контентом). На сегодняшний день существует множество решений для создания собственных систем обработки данных.

В текущем проекте северная логика будет написана на .NET стеке технологий с использованием языка программирования C# и фрейм-

ворка для создания конечных точек (API) ASP.NET Core. База данных – Microsoft SQL Server, а в качестве посредника между кодом на C# и БД будет использован Entity Framework Core [4]. Клиентское приложение будет написано с помощью веб-инструмента React [5] и библиотек Three.js [6] для работы с трехмерными glTF/glb моделями, Mapbox GLJS на базе ГИС OpenStreetMap [7].

Результатом работы является клиент-серверное приложение. Серверное приложение имеет конечные точки API для обработки клиентских запросов. Клиентское приложение имеет область, в которой пользователь может отдалять и приближать карту планеты Земля (рис. 1).



Рис. 1. Основная страница авторизованного пользователя

Географические координаты, действия с моделями находятся в меню (рис. 2).

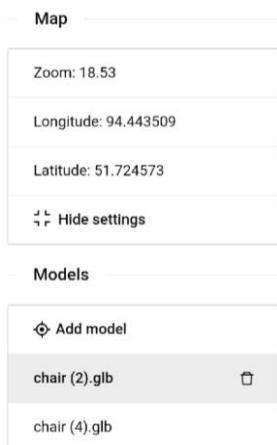


Рис. 2. Панель управления 3D-моделями

Таким образом, был рассмотрен аналог виртуального города Сингапур, выполнен обзор инструментов разработки. Было разработано клиент-серверное приложение. В процессе разработки получен опыт разработки веб-приложений с наложением трехмерных объектов на карту и опыт написания серверного приложения для хранения и обработки пользовательских данных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. The Metaverse, Digital Twins, And Leadership Development. Forbes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.forbes.com/sites/kevinkruse/2021/11/04/the-metaverse-digital-twins-and-leadership-development> (дата обращения: 01.03.2022).
2. Apollo 13: The First Digital Twin. Siemens. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blogs.sw.siemens.com/simcenter/apollo-13-the-first-digital-twin> (дата обращения: 01.03.2022).
3. Virtual Singapore, National Research Foundation. Official website of the Singapore Government [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore> (дата обращения: 01.03.2022).
4. ASP.NET Core. Microsoft Docs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/introduction-to-aspnet-core> (дата обращения: 01.03.2022).
5. React [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.reactjs.org/> (дата обращения: 01.03.2022).
6. Three.js. JavaScript 3D Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://threejs.org/> (дата обращения: 01.03.2022).
7. Mapbox GL JS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mapbox.com/mapbox-gljs> (дата обращения: 01.03.2022).

УДК 004.051

#### **ПРОФИЛИРОВАНИЕ C++ ПРИЛОЖЕНИЙ**

***Г.П. Лубов, В.В. Сеченов, И.А. Еришов, студенты***

*Научные руководители: А.Е. Горяинов, доцент каф. КСУП, к.т.н.;*

*А.А. Калентьев, доцент каф. КСУП, к.т.н.*

*Проект ГПО КСУП-1807. Разработка программного обеспечения в области радиоэлектроники*

*г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, glubov@yandex.ru*

Приводится описание методов оптимизации приложений с помощью средств профилирования, таких как сторонние библиотеки языка программирования C++, встроенные средства профилирования сред разработки и программы-профилировщики. Затем производится сравнение по удобству их использования и назначению, в результате

которого предпочтение отдаётся встроенным средствам профилирования сред разработки.

**Ключевые слова:** профилирование, оптимизация, C++.

Профилирование программ – сбор характеристик работы программы с целью оценки эффективности работы программы или вычислительной системы и её дальнейшей оптимизации [1, 2].

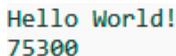
Цели профилирования: оценка эффективности работы программы или вычислительной системы, определение критических участков программы или компонентов вычислительной системы [1, 2].

Для языка программирования C++ существуют библиотеки Chrono, и CRT, функциональность которых позволяет измерять время выполнения участков кода и состояние оперативной памяти. Такой подход удобнее всего использовать при профилировании отдельных участков кода или функций [3, 4]. Пример кода, выполняющего замер скорости работы вывода «Hello World!» в консоль, представлен на рис 1.

```
high_resolution_clock::time_point beginTime =
    high_resolution_clock::now();
cout << "Hello World!\n";
high_resolution_clock::time_point stopTime =
    high_resolution_clock::now();
long long beginTimeNanoSeconds =
    time_point_cast<nanoseconds>(beginTime).time_since_epoch().count();
long long stopTimeNanoSeconds =
    time_point_cast<nanoseconds>(stopTime).time_since_epoch().count();
cout << stopTimeNanoSeconds - beginTimeNanoSeconds;
```

Рис. 1. Код, выполняющий замер скорости работы вывода «Hello World!»

Программа подсчитывает время в наносекундах. Результат работы программы представлен на рис. 2.



```
Hello World!
75300
```

Рис. 2. Результат работы программы

Популярные среды разработки, как, например, Microsoft Visual Studio, предоставляют широкий набор собственных средств профилирования, которые позволяют с помощью отладчика и без него отслеживать использование ресурсов центрального процессора, использование оперативной памяти, использование ресурсов внешнего графического процессора и просматривать события, отображающие сведения, связанные с производительностью. Зачастую просмотреть сведения о производительности проще всего с помощью средства PerfTips. С помощью него можно просматривать сведения о производительности

непосредственно при взаимодействии с кодом во время отладки. Пример работы средства PerfTips представлен на рис. 3. Это наиболее универсальное средство профилирования, которое проще использовать, чем сторонние библиотеки [5–7].

```
switch (operationCode) < 3.915ms elapsed
```

Рис. 3. Демонстрация работы PerfTips

Необходимым условием для работы встроенных профилировщиков среды разработки является соответствующая конфигурация компиляции приложения. Для C++ приложений используются различные конфигурации компиляции, первой из которых является Debug, при которой программа компилируется из исходного кода без использования каких-либо оптимизаций, таким образом, скомпилированный код полностью соответствует исходному. Второй конфигурацией является Release, при которой компилятор использует алгоритмы оптимизации, заменяя части кода на эквивалентные, для увеличения эффективности работы программы [8].

Для профилирования C++ приложений существуют сторонние программные продукты, например OProfile. Демонстрация работы программы OProfile представлена на рис. 4.

```
INST_RETIRED: (counter: all)
number of instructions retired (min count: 6000)
```

Рис. 4. Работа с OProfile в командной строке

Эта утилита позволяет получать аппаратные счётчики производительности процессора, получать информацию об исполнении программы: профиль по модулям, профиль по функциям, граф вызовов функций и др. [2].

Ещё одним примером профилировщика можно назвать Intel VTune Amplifier. Эта утилита обладает удобным пользовательским интерфейсом, позволяет строить графы вызовов, показывает динамику загрузки ядер процессора, динамику работы многопоточных программ, однако поддерживает только процессоры от компании Intel. Графический интерфейс программы Intel VTune Amplifier приведён на рис. 5. Такой профессиональный подход к профилированию следует применять при разработке высоконагруженных систем [2].

Для оптимизации C++ приложений можно использовать различные методы профилирования, такие как библиотеки языка программирования, встроенные средства профилирования среды разработки и отдельные программы-профилировщики. Наиболее универсальным

способом будет использование встроенных средств профилирования среды программирования ввиду их простоты и универсальности.

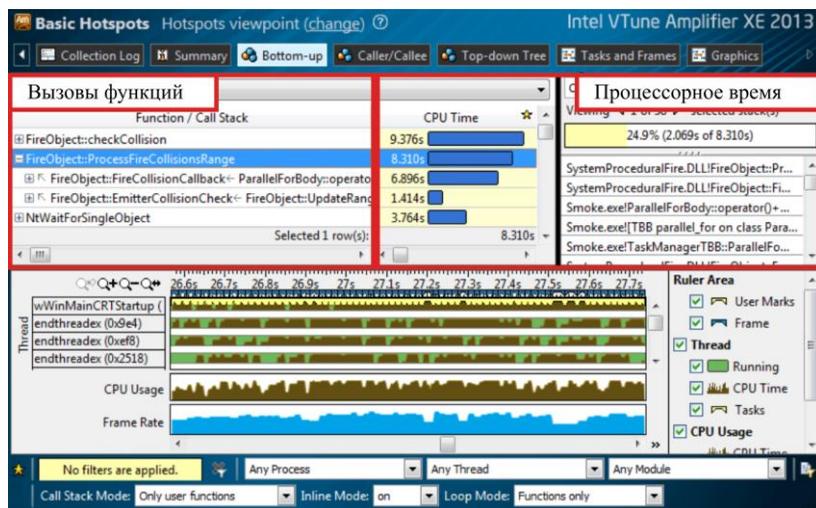


Рис. 5. Графический интерфейс Intel VTune Amplifier

## ЛИТЕРАТУРА

1. Реймонд Э.С. Искусство программирования на Unix. – М.: ИД «Вильямс». – 2008. – 93с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wmlib.net/lib/book/29091164/375>, свободный (дата обращения: 04.03.2022).
2. Киреев С.Е., Калгин К.В. Эффективное программирование современных микропроцессоров и мультимикропроцессоров. – Новосибирск: НГУ, 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ssd.sccc.ru/sites/default/files/content/attach/317/lecture2018\\_03\\_profiling.pdf](https://ssd.sccc.ru/sites/default/files/content/attach/317/lecture2018_03_profiling.pdf), свободный доступ (дата обращения: 04.03.2022).
3. Документация к среде разработки Microsoft Visual Studio. <chrono> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/cpp/standard-library/chrono?view=msvc-160>, свободный (дата обращения: 09.03.2022).
4. Документация к среде разработки Microsoft Visual Studio. C runtime (CRT) and C++ Standard Library (STL) .lib files [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/cpp/c-runtime-library/crt-library-features?view=msvc-170>, свободный (дата обращения: 09.03.2022).
5. Документация к среде разработки Microsoft Visual Studio. Знакомство со средствами профилирования (C#, Visual Basic, C++, F#) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/profiling/profiling-feature-tour?view=vs-2022>, свободный (дата обращения: 04.03.2022).
6. Документация к среде разработки Microsoft Visual Studio. Знакомство со средствами профилирования (C#, Visual Basic, C++, F#) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/profiling/profiling-feature-tour?view=vs-2019>, свободный (дата обращения: 04.03.2022).

7. Документация к среде разработки Microsoft Visual Studio. PerfTips [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/profiling/perftips?view=vs-2022>, свободный (дата обращения: 04.03.2022).

8. Документация к среде разработки Microsoft Visual Studio. Оптимизации компилятором [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/profiling/profiling-feature-tour?view=vs-2022>, свободный (дата обращения: 04.03.2022).

УДК 004.4

## ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДА EVENT SOURCING ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ТОЧЕК ЭВОЛЮЦИИ КОРПОРАТИВНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

*А.А. Голубков, студент каф. КСУП*

*г. Томск, ТУСУР, andreygolubkow@gmail.com*

Описывается способ применения шаблона event sourcing, в результате которого появляется возможность более гибко изменять бизнес-процесс.

**Ключевые слова:** event sourcing, корпоративные приложения, разработка программного обеспечения.

Современный бизнес стремительно развивается, один из факторов – автоматизация рутинных задач как для клиентов, так и внутри самой компании. Однако, рабочие процессы меняются, становятся более эффективнее, применяются лучшие практики. Для автоматизации бизнес-процессов разрабатываются корпоративные приложения. Такие приложения проектируются и разрабатываются на основе анализа процессов, например, процесс согласования документа.

Как было упомянуто выше, процессы компании могут меняться и синхронно с ними должны происходить изменения алгоритмов работы корпоративных приложений. Эта задача может быть очень трудозатратной, если это не предусмотрено на этапе проектирования. Цель данной статьи – рассказать о том, как с помощью подхода Event Sourcing можно упростить изменение алгоритмов работы приложения.

Event Sourcing – это подход к хранению данных в системе. Обычно в базе данных хранится итоговое состояние системы, но такое состояние менее точно объясняет причину прихода системы к этому состоянию. При event sourcing сохраняются действия, которые меняют состояние системы. Получается, если воспроизвести эти действия до определенной метки времени, будет получено состояние системы на конкретный момент. Однако при необходимости показать пользовате-

лю текущее состояние необходимо постоянно воспроизводить события до текущего времени и итоговый результат отправлять пользователю, данная операция может быть ресурсозатратной. Эта проблема решается построением необходимых проекций в отдельные таблицы и выводом данных пользователю именно из этих проекций. Необходимо создать таблицу, это может быть та база данных, где хранятся события, или другая. Далее, в асинхронном режиме необходимо отслеживать изменения в базе данных событий, при обнаружении изменения – изменять проекцию.

В результате потоки данных на чтение и запись будут разделены. Для проверки данных и дальнейшей записи из используется база данных событий. Для представления текущего состояния используется база данных для чтения. Так как данные чаще читаются, чем изменяются, такой подход распределяет нагрузку, так как возможно создание нескольких баз данных для чтения и размещение их в разных зонах доступности с учетом местоположения пользователей [1].

При использовании подхода EventSourcing разработчики сталкиваются с проблемой «запаздывания» базы данных для чтения.

Есть несколько вариантов решения такой проблемы:

- после выполнения команды, которая изменяет данные, возвращать клиентскому приложению актуальную модель объекта, дополнительных обращений в базу данных делать не потребуется, так как перед изменением объекта выполняется актуализация объекта из событий;

- реализация алгоритмов применения событий на временном объекте в клиентской части приложения и демонстрация его пользователю. Но необходимо следить за актуальностью алгоритмов;

- синхронное применение события к объекту, запись его в базу данных событий и применение его к базе данных для чтения. В данном случае возможно замедление запроса на изменение данных.

Помимо решения проблемы запаздывания базы данных чтения, необходимо обеспечить идемпотентность для запросов на изменение данных, так как если два пользователя начнут изменять один объект, результат для кого-то из них будет непредсказуемым. Для обеспечения идемпотентности операций возможно добавление свойства «версия» к объекту. Версией можно считать количество событий у объекта, и при отправке команды на изменение объекта – указывать версию, если версия не совпадает, такая команда отклоняется сервером.

Так как при реализации подхода EventSourcing используются две базы данных: база данных для чтения и база данных для записи, возможно применение шаблона проектирования «Разделение команд и

запросов по ответственности». Создаётся базовая сущность «команда», которая может изменять данные, т.е. создавать новые события в системе. А «запросы» могут только получать данные из базы данных для чтения и не могут вносить какие-либо изменения [2].

В результате использования подходов, упомянутых выше, возможно повышение как расширяемости системы, так и масштабируемости. Однако стоит упомянуть, что в начале разработки использование данных способов может быть трудозатратно, рекомендуется уделить больше времени проектированию архитектуры системы. Упростить реализацию могут различные технологии от сторонних разработчиков, например: MediatR, EventStoreDB, Marten и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эспозито Д., Сальтарелло А. Microsoft .NET: архитектура корпоративных приложений. – 2-е изд.: пер. с англ. – М.: ООО ИД «Вильямс», 2017. – 432 с.
2. Блеск и нищета модели предметной области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/jugru/blog/503868/>, свободный (дата обращения: 20.02.2022).

УДК 004.738.5

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ OAUTH ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ О ПОЛЬЗОВАТЕЛЕ МЕЖДУ СЕРВИСАМИ

*А.И. Малышев, А.А. Голубков, студенты*

*Научный руководитель Е.А. Потапова, ст. преп. каф. КСУП  
г. Томск, ТУСУР, [malyshev.a.588-1@e.tusur.ru](mailto:malyshev.a.588-1@e.tusur.ru)*

Рассматривается способ решения проблемы защиты личных данных при их передаче по сети между веб-сайтами с поддержкой протокола OAuth.

**Ключевые слова:** OAuth, OpenID, ASP.NET Core, аутентификация, авторизация.

При реализации разграничения доступа авторизованных пользователей и пользователей без авторизации возникает необходимость в хранении и защите личных данных (логинов, паролей и др.). Решить эту проблему можно разными способами. Например, если хранить данные в базе данных, доступ к которой необходимо будет предоставлять веб-сервисам, которые требуют идентификации пользователя, то тогда веб-сервис будет иметь полный доступ к информации о любом пользователе. Можно воспользоваться протоколом OpenID 2.0

(далее – OpenID), предоставляющим пользователю возможность создать единую учётную запись для аутентификации на множестве не связанных друг с другом интернет-ресурсов, используя сервер идентификации. Также возможно воспользоваться существующим и развивающимся протоколом OAuth 2.0 (далее OAuth). OAuth – это протокол авторизации, позволяющий предоставить доступ к защищенным ресурсам без их передачи.

Выбирая между OpenID и OAuth нужно разобраться в разнице между ними. OpenID является средством аутентификации, т.е. с помощью этого протокола можно удостовериться, что пользователь именно тот, за кого себя выдаёт. OAuth же является протоколом авторизации, который позволяет предоставить права на использование веб-API или другого ресурса.

В рамках этой статьи рассмотрим применение протокола OAuth, так как его поддержка не требует передачи данных пользователя по сети. Исходя из этого, пользователь может быть уверен в том, что несанкционированный доступ к его личным данным никто не сможет получить. Используя сервер идентификации, рассмотрим использование OAuth и подключение авторизации к проекту ASP.NET Core.

Для доступа к защищенным ресурсам рассмотрим использование JWT-токена доступа, представленного строкой, которую клиент OAuth использует для выполнения запросов к серверу ресурсов. JWT – это стандарт для представления заявок на ресурсы в рамках определенного объема, времени и аудиторией. Токены не обязательно должны быть в каком-либо конкретном формате, и на практике различные варианты поддержки OAuth выбрали множество различных форматов для своих токенов доступа [1].

Токены на предъявителя являются преобладающим типом токенов доступа, используемых с OAuth 2.0. Токен на предъявителя – это непрозрачная строка, не предназначенная для того, чтобы иметь какое-либо значение для клиентов, использующих ее. Некоторые серверы выдают токены, представляющие собой короткую строку шестнадцатеричных символов, в то время как другие могут использовать структурированные токены, такие как веб-токены JSON. Рассмотрим использование токена «на предъявителя» или же токен «bearer» [2, 3].

Сначала клиент перенаправляется на веб-сайт сервера авторизации. Здесь пользователь должен сначала аутентифицировать себя. В перенаправлении указывается тип ответа, значение которого должно быть «code», адрес перенаправления, и собственный идентификатор пользователя, как только зарегистрированные пользователи могут пользоваться сервером авторизации. Далее необходимо проверить правильность типа ответа и идентификатора пользователя, после со-

хранить данные о коде, пользователе и адресе переадресации и отправить в ответ код авторизации.

Теперь, когда у клиента есть код авторизации, он может запросить маркер доступа, отправив этот код. Этот запрос также должен включать аргумент «grant\_type», для которого необходимо установить значение «authorization\_code». В проверках на соответствие кода конкретному пользователю мы также должны проверить гарантию запроса кода от того же пользователя. Достигается это путём проверки адреса переадресации, который пользователь передаёт повторно [5–7].

Для подключения в проект ASP.NET Core аутентификации необходимо воспользоваться методом-расширением для «IServiceCollection» «AddAuthentication» в методе «ConfigureServices» в «Startup» проекта. Также необходимо воспользоваться методом-расширением для «IServiceCollection» «AddAuthorization» в том же методе, чтобы добавить политику авторизации для приложения, которая указывает, что для работы ему необходим именно токен JWT в качестве опции аутентификации. Если необходимо защитить исполнение метода от пользователей без авторизации, то до объявления такого метода нужно установить атрибут «[Authorize]». Этот атрибут можно установить и у обработчика запросов – контроллера, но в этом случае защищены будут все находящиеся в нем методы [8].

Таким образом, используя протокол OAuth, решается проблема авторизации пользователя и разграничения доступа. Пользователю не нужно беспокоиться о том, что сторонние ресурсы смогут получить его личные данные, так как все необходимые проверки проходят при помощи токена авторизации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. OAuth 2.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа, свободный: <https://oauth.net/2> (дата обращения: 08.07.2021).
2. OAuth Access Tokens [Электронный ресурс]. – Режим доступа, свободный: <https://oauth.net/2/access-tokens/> (дата обращения: 08.07.2021).
3. RFC 6750: OAuth 2.0 Bearer Token Usage [Электронный ресурс]. – Режим доступа, свободный: <https://oauth.net/2/bearer-tokens/> (дата обращения: 08.07.2021).
4. Open ID Specifications [Электронный ресурс]. – Режим доступа, свободный: <https://openid.net/developers/specs/> (дата обращения: 08.07.2021).
5. How to secure ASP.NET with OAuth and JSON Web Tokens [Электронный ресурс]. – Режим доступа, свободный: <https://blog.elmah.io/how-to-secure-asp-net-core-with-oauth-and-json-web-tokens/> (дата обращения: 08.07.2021).
6. Авторизация с помощью открытого протокола OAuth [Электронный ресурс]. – Режим доступа, свободный: <https://webliberty.ru/oauth/> (дата обращения: 08.07.2021).

7. OAuth 2.0 простым и понятным языком [Электронный ресурс]. – Режим доступа, свободный: <https://habr.com/ru/company/vk/blog/115163/> (дата обращения: 08.07.2021).

8. Настройка ASP.NETCore сервера [Электронный ресурс]. – Режим доступа, свободный: <https://habr.com/ru/post/468401/> (дата обращения: 08.07.2021).

УДК 621.372.5

## **МОДИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ СВЧ-КОМПОНЕНТОВ**

*А.Р. Дягай, А.А. Березин, Е.В. Кабанова, студенты каф. КСУП  
Научные руководители: А.Е. Горяинов, доцент каф. КСУП, к.т.н.;*

*А.А. Калентьев, доцент каф. КСУП, к.т.н.*

*г. Томск, ТУСУР, [dyagaay@gmail.com](mailto:dyagaay@gmail.com).*

Рассматриваются средства модификации программных модулей автоматизированной обработки результатов измерений СВЧ-компонентов. Описанные средства упростят обслуживание, тестирование и развитие модулей.

**Ключевые слова:** дискретный аттенюатор, деэмбеддинг, модуль, СВЧ, набор библиотек.

DataViewer – программа анализа и обработки СВЧ-измерений, предназначенная для быстрого графического просмотра, анализа и обработки результатов измерений СВЧ-компонентов и устройств, представленных в различных типах файлов данных [1]. DataViewer включает в себя модули: De-embedding (процедура деэмбеддинга при изменении S-параметров на пластине); Passive Components Modeling (моделирование пассивных компонентов); DSA Errors (расчет ошибок по амплитуде и фазе дискретных аттенюаторов). В статье будут рассматриваться средства модификации модулей DSA Errors и De-embedding.

Программный модуль DSA Errors предназначен для расчёта абсолютных ошибок вносимого ослабления и фазового сдвига между опорным и измеренным состояниями, а также их среднеквадратического отклонения для дискретных аттенюаторов.

Программный модуль De-embedding предназначен для проведения процедуры исключения влияния контактных площадок и исключения подводящих линий из результатов измерений S-параметров СВЧ-компонентов.

Модули были реализованы на платформе Windows Forms с применением паттерна MV (Model-View). Такая реализация обладает рядом недостатков:

1. Сложность проведения тестирования. Код бизнес-логики, связанный с пользовательским интерфейсом, плохо поддается модульному тестированию.
2. Из-за связанного кода усложнен процесс расширения функциональности модулей.
3. Сложность чтения кода, так как применение паттерна MV приводит к большому количеству кода в классах пользовательского интерфейса.

Кроме того, при реализации модулей использовался устаревший набор библиотек FiftyohmTechSDK.

В ходе модификаций модулей поставлены задачи:

1. Разработка новой архитектуры программы на платформе Windows Presentation Foundation (WPF) с применением паттерна MVVM.
2. Переход на новую версию библиотек FiftyOhm.SDK.
3. Создание системы динамической загрузки модулей.

Библиотеки FiftyohmTechSDK, которые использовались при реализации модулей DSA Errors and De-embedding, содержат в себе классы для обработки результатов СВЧ-измерений, построения и отображения графиков, работы с различными единицами измерения, комплексными числами и матрицами и т.д.

Значительным отличием библиотек является то, что в обновленном наборе библиотек в качестве базовых классов, отвечающих за операции с комплексными числами и матрицами, используются сущности библиотеки MathNet.Numerics, которая предоставляет множество функций по работе с различными вычислениями. Библиотека проверена и протестирована многими пользователями [2].

Паттерн MVVM позволяет разделить архитектуру приложения на три части: модель; представление; модель представления.

Модель (Model) определяет логику работы с данными приложения, представление (View) описывает пользовательский интерфейс, а модель представления (ViewModel) связывает модель и представление.

Преимущества паттерна MVVM:

1. Упрощение проведения модульного тестирования. Изолированные блоки кода можно тестировать отдельно.
2. Повышение удобства обслуживания. Устранение ошибок в несвязном коде снижает вероятность появления ошибки в другом коде.
3. Оптимизация процессов разработки. Дизайнеры и разработчики имеют возможность самостоятельно работать над соответствующими частями приложения.

Для того чтобы избавиться от прямых связей основного приложения и модулей, можно применить рефлексию. Рефлексия – это способность программы изучать и модифицировать свою структуру и поведение во время выполнения [4].

Применение данного решения в программе DataViewer имеет несколько преимуществ:

1. Меньше зависимостей между проектами.
2. Возможность добавления или удаления поставляемого приложения в зависимости от задач заказчика.
3. Новые модули можно разрабатывать отдельно от основного проекта.

Использование обновленного набора библиотек, переход на платформу WPF, применение паттерна MVVM и создание системы динамической загрузки модулей упростят обслуживание, тестирование и развитие модулей De-embedding и DSA Errors.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. DataViewer – программа для быстрого графического просмотра, анализа и обработки результатов СВЧ-измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://50ohm.tech/ru/dataviewer> (дата обращения: 06.03.2022).

2. Дягай А.Р., Березин А.А., Кабанова Е.В. Рефакторинг модуля для расчета абсолютных ошибок по амплитуде и фазе дискретных аттенуаторов // Матер. X регион. науч.-практ. конф. «Наука и практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения», 15 октября – 30 ноября 2021 г. – С. 242–245.

3. Vice R. MVVM Survival Guide for Enterprise Architectures in Silverlight and WPF // Packt Publishing. – 2012. – P. 125–127.

4. Основные принципы программирования: интроспекция и рефлексия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tproger.ru/translations/programming-concepts-introspection-reflection/> (дата обращения: 06.03.2022).

УДК 004.9

#### АНАЛИЗ ПРОГРАММ ДЛЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

*К.В. Васильев, Р.С. Кириллов, студенты каф. КСУП*

*Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, [kornil.vasilev@bk.ru](mailto:kornil.vasilev@bk.ru)*

Представлены результаты обзорного анализа программных продуктов для 3D-моделирования. Выбранное программное обеспечение будет использоваться для разработки библиотеки моделей игрового приложения про умный дом.

**Ключевые слова:** программное обеспечение, 3D-моделирование.

Разрабатываемый проект представляет собой игровое приложение про умный дом, и перед нами предстала необходимость создать модели как самого дома, так и предметов внутри него. Для этого необходимо выбрать подходящее специализированное приложение и научиться в нем работать.

Существующие программные продукты для 3d-моделирования используются в разных направлениях: скульптинг, 3D-визуализация и анимация и т.д. В настоящей работе представлены наиболее яркие программные продукты и то, в какой сфере они применяются.

**ZBrush** – программа от компании Pixologic, излюбленная аниматорами. Она предоставляет так называемый «скульптинг», т.е. возможность создавать трёхмерную скульптуру из виртуальной глины. Это очень помогает при оценивании промежуточного итога работы. Модели, созданные в ZBrush, ценятся из-за своей детализации, но программа подходит не всем из-за отсутствия русского языка и платности программы [1].

**3ds Max** – программное обеспечение, изданное компанией Autodesk. Владение 3ds Max даже на среднем уровне является одним из самых востребованных в таких индустриях, как создание видеоигр, киносъёмка, анимация и т.д. Это очень мощный продукт, который скорее подойдёт профессионалам своего дела, чем новичкам. Также стоит отметить, что программа платна и очень строга к системным требованиям [2].

**Blender** – это одно из самых распространённых бесплатных программных обеспечений для моделирования, анимации и скульптинга. В нём просто разобраться, так как в интернете есть большое количество обучающего материала. К тому же ему не требуется загрузка дополнительных модулей, из-за чего его размер меньше, чем у остальных программ. Всё это делает его простым для обучения и ознакомления со сферой моделирования. Тем не менее полностью программа раскрывается лишь при дополнительной настройке функций [3].

**Sculptris** – уже вторая по счёту программа в этом списке от компании Pixologic. Sculptris так же, как и ZBrush, основана на концепте «скульптинга», но в отличие от него Sculptris бесплатна, её интерфейс будет понятен новичкам, да и разобраться в ней будет проще. Конечно, есть минусы в виде того, что возможности здесь всё-таки ограничены и конечная визуализация не самая сильная, но это не мешает делать на его основе фантастические модели [4].

**Autodesk Maya** – это редактор трёхмерной графики, используемый во многих студиях кинематографа. Редактор имеет большой размер, но при этом хорошо оптимизирован и пойдёт на средних компь-

ютерах, имеет простой интерфейс и обладает мощными инструментами для работы. И всё же Maya – это профессиональный продукт и цена у него соответствующая [5].

Представим сравнение программных продуктов в таблице.

#### Дополнительные свойства проанализированных программ

Назв. программы	Стоимость в долларах по месячной подписке/ годовой подписке	Длительность пробной версии / версии обучения для студентов	Присутствие русского интерфейса	Сохраняемые форматы
ZBrush	39,95 / 359	45 дней / –	Отсутствует	ZBrush License, ZBrush GoZ export template
3ds Max	Отсутствует / 1089	30 дней / 1 год	Отсутствует	MAX (3ds Max), 3ds 3D Studio Max ASCII Export Format.
Blender	бесплатно	–	Присутствует	.blend, Obj, COLLADA, Alembic, 3DS, FBX, PLY, X3D, STL, SVG, DXF.
Sculptris	бесплатно	–	Отсутствует	Stl, Obj, Sculptris ASCII File Format
Maya	Отсутствует / 1068	30 дней / 1 год	Отсутствует	Maya Binary File Format, 32 bit, Maya Binary File Format, 64 bit, Maya ASCII File Format

Подводя итог, можно сделать вывод, что для реализации задуманного проекта лучше выбрать Blender, ведь он не только имеет огромную обучающую базу для новичков, так ещё и имеет русский интерфейс. Плюсом ко всему идёт его бесплатность, ведь для новичков в индустрии бесплатное приложение с большим количеством функций – хороший вариант.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт компании Pixologic. Данные о программе ZBrush [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://store.pixologic.com/zbrush-2022/>, свободный (дата обращения: 08.03.2022).

2. Официальный сайт компании Autodesk. Данные о программе 3ds Max [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview>, свободный (дата обращения: 08.03.2022).

3. Официальный сайт разработчика Blender Foundation. Данные о программе Blender [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.blender.org>, свободный (дата обращения: 08.03.2022).

4. Официальный сайт программы Sculptris [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sculpteo.com/en/glossary/sculptris-definition/>, свободный (дата обращения: 08.03.2022).

5. Официальный сайт компании Autodesk. Данные о программе Maya [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/products/maya/overview>, свободный (дата обращения: 08.03.2022).

УДК 004.9

## **ПРИМЕНЕНИЕ ОНЛАЙН-СЕРВИСА FIGMA ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

*Д.Д. Юдин, Е.И. Косенко, студенты;*

*А.А. Сидоров, зав. каф. АОИ, доцент, к.э.н.*

*г. Томск, ТУСУР, dan.yud20@gmail.com, kosenko.e.400-m@e.tusur.ru,  
anatolii.a.sidorov@tusur.ru*

Приведено определение используемого онлайн-сервиса Figma. Определены его основные преимущества при проектировании и разработке информационной системы. Предложено решение по оптимизации управления требованиями через прототипы интерфейсов.

**Ключевые слова:** Figma, UX, информационные системы, управление требованиями, проектирование.

В настоящее время разработка информационных систем (ИС) заключается не только в реализации функциональных требований со стороны бизнеса и конечных пользователей, но и в сочетании заданного функционала с наиболее удобным и интуитивно понятным пользовательским интерфейсом. Важным этапом разработки ИС является проектирование пользовательского интерфейса и выбор подходящего дизайна.

User experience (UX) – концепция, в основе которой находится опыт взаимодействия потребителей с программными продуктами, схожими с разрабатываемой информационной системой [1]. Благодаря анализу UX можно выявить проблемы, возникающие у целевой аудитории при использовании программного продукта. Однако необходимо не только понять сильные и слабые стороны существующих

решений, но и использовать полученные результаты в процессе моделирования пользовательского интерфейса собственного программного продукта. Наиболее удобным инструментом для этого является онлайн-сервис Figma.

Данный сервис предоставляет возможность прототипирования и разработки пользовательских интерфейсов в режиме совместной работы в реальном времени [2]. Работа с инструментами Figma включает несколько вариантов доступа.

Предусмотрено использование приложения для настольных компьютеров под управлением ОС Windows и Linux либо онлайн-доступ к проекту через различные интернет-браузеры. Все выполненные работы находятся в облачном хранилище и могут быть доступны с любого устройства как для просмотра, так и для редактирования (в зависимости от настроек доступа). На рис. 1 представлено отображение списка сохраненных работ.

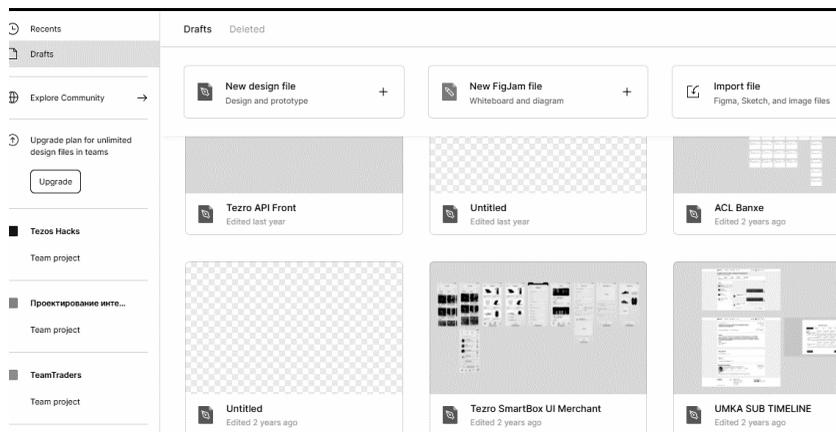


Рис. 1. Отображение списка созданных и сохраненных работ

Figma по сравнению с конкурентами обладает следующими преимуществами [3]:

- возможность создания интерактивного прототипа;
- создание и переиспользование компонентов интерфейса;
- генерация уникальной ссылки на прототип с разграничением прав доступа.

Создание интерактивного прототипа позволяет устанавливать связи между объектами интерфейса и определять переходы по конкретным действиям пользователя при взаимодействии с объектами интерфейса. Например, можно определить, что если пользователь по-

падает на страницу загрузки, то через 5 с он будет перенаправлен на следующую страницу. На рис. 2 представлена визуализация созданных связей между объектами интерфейса. С помощью связей между объектами и экранами в Figma представляются возможными упрощенная навигация и определение действия

Компоненты в Figma позволяют создавать унифицированные объекты, которые можно использовать при проектировании интерфейса повторно. Важной особенностью является то, что при копировании некоторого объекта происходит создание его дочернего компонента. При этом изменение дочернего компонента никак не влияет на родительский, однако при изменении родительского объекта, все дочерние компоненты обновляются в соответствии с внесенными изменениями.

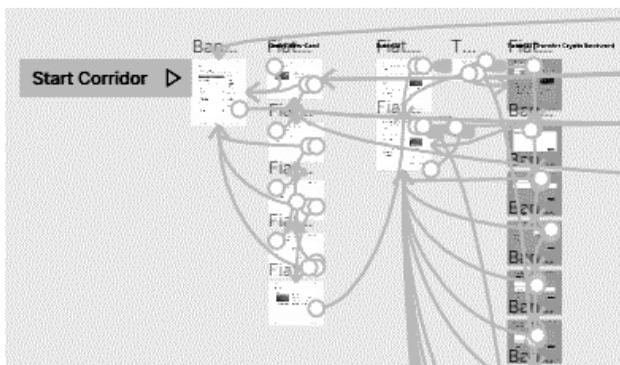


Рис. 2. Визуальное отображение связей между объектами интерфейса

Генерация уникальной ссылки на прототип позволяет предоставлять доступы через обычную https-ссылку. Таким образом, для согласования и тестирования пользовательского интерфейса не обязательно создавать учетную запись в сервисе Figma или устанавливать соответствующее приложение.

Использование интерактивных прототипов позволяет оптимизировать работу с требованиями в процессе разработки информационной системы. Каждый разработчик, в первую очередь, опирается на визуальную составляющую проекта, которая определяет последовательность действий пользователя и состояний системы.

Для решения проблем неопределенности требований в плане взаимодействия с пользовательским интерфейсом рекомендуется вводить матрицу трассировки требований с прототипом пользовательского интерфейса. Предложенный формат трассировки определен в таблице.

### Трассировка требований на прототип интерфейса

	UI.1. Авторизация	UI.1.2. Восстановление пароля	UI.2. Регистрация
UC. 1. Авторизация	+		
UC. 1.2. Восстановление пароля		+	
UC. 2. Регистрация			+

Использование представленной трассировки позволяет снизить степень неопределенности к конкретному требованию за счет возможности самостоятельного использования смоделированной функции в прототипе пользовательского интерфейса.

Рассмотрим целесообразность использования данного цифрового сервиса на примере двух схожих проектов (рис. 3).

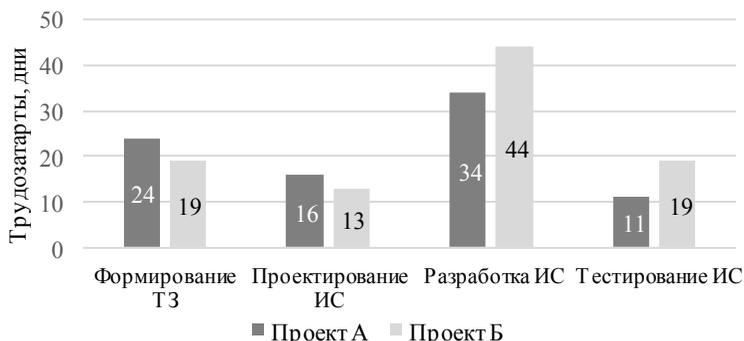


Рис. 3. Среднее значение трудозатрат проекта А и Б

В процессе работы над проектом А был использован сервис Figma, а проект Б разработан без использования аналогичных сервисов. Сравнивая показатели средних трудозатрат каждого из четырех этапов представленных проектов, можно сделать вывод о том, что в проекте А этапы формирования ТЗ и проектирования системы заняли больше времени по сравнению со вторым проектом, однако трудозатраты на разработку и тестирование были существенно сокращены. При этом общая трудоемкость проекта А была уменьшена на 11,76% именно за счет применения сервиса Figma.

Работа выполнена в рамках ГЗ «Наука» Минобрнауки РФ. Проект FEWM-2020-0036 «Методическое и инструментальное обеспечение принятия решений в задачах управления социально-экономическими системами и процессами в гетерогенной информационной среде».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Kuang C. User Friendly / С. Kuang, R. Fabricant. – Random House, New York, 2020. – 416 p.

2. Figma: the collaborative interface design tool [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.figma.com/> (дата обращения: 04.03.2022).

3. Преимущества приложения Figma. Краткий обзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tilda.education/articles-figma> (дата обращения: 05.03.2022).

УДК 004.457

## РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ПРОШИВКИ УСТРОЙСТВ NAP 100X ПО ПРОТОКОЛУ RS-485

*В.А. Козлюк, студент*

*Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, KrazyToinik@gmail.com*

Описана реализация интерфейса для прошивки устройств NAP 100X.

**Ключевые слова:** RS-485, C++, Qt.

ВCOM-\*\*\*\*.NAP (network access point) служит для коммутации отдельных сегментов с сетевым оборудованием на магистральную сеть передачи данных для создания единой сети передачи данных при помощи Ethernet. Предназначен для использования в качестве оборудования, функционирующего в подземных выработках шахт и рудников и их наземных строениях, в том числе опасных по газу и пыли (рис. 1).

Для прошивки данных устройств используется утилита avrboot, представляющая собой консольное приложение. Avrboot передает данные при помощи RS-485. Чтобы конвертировать USB в RS-485 использовался конвертер MOXA UPort 1151 (рис. 2).



Рис. 1. Коммутатор ВCOM-\*\*\*\*.NAP



Рис. 2. 1-портовый конвертер USB в RS-232/422/485 MOXA UPort 1151

Для того чтобы утилита начала прошивку, необходимо сформировать конфиг, являющийся файлом .txt (рис. 3).

```
bootlist0.txt – Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
com:1,38400,8,n,1
file name:C:/Users/Krazy/Downloads/mini_boot.hex
page size:128
dst addr:00000
```

Рис. 3. Пример файла-конфига

Конфиг-файл имеет следующие четыре параметра:

- COM – настройки COM-порта/МОХА конвертера;
- File name – путь к файлу прошивки в формате .hex;
- Page size – размер страницы;
- Dst addr (destination address) – начиная с этого адреса, будет начинаться прошивка.

Для того чтобы не писать вручную эти конфиги, было сформировано окно создания конфига (рис. 4).

Для того чтобы не писать вручную эти конфиги, было сформировано окно создания конфига (рис. 4).

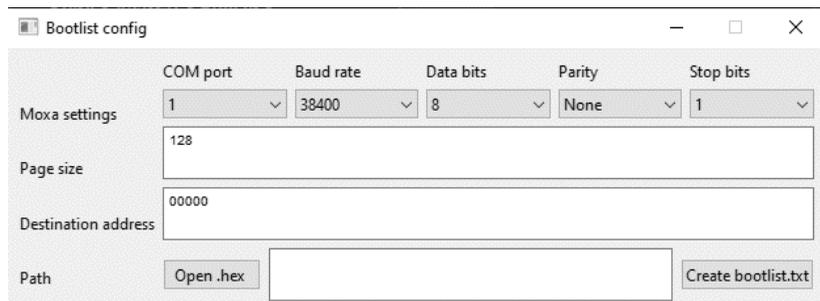


Рис. 4. Окно создания конфига

Стоит отметить, что создается не файл, который нужен для утилиты avrboot с названием «bootlist.txt», а «bootlist№.txt», где № – это номер, начинающийся с 0. Далее этот № убирается во время прошивки.

Само главное окно интерфейса (рис. 5).



Рис. 5. Главное окно интерфейса

В левой части имеется окно, отображающее сценарий, а именно список из имен прошивок. Под этим списком находятся четыре кнопки:

- Add – открытие окна создания конфига;
- Edit – открытие окна для редактирования выбранного конфига;
- Delete – удаление выбранного конфига;
- Push – запуск процесса прошивки всех имеющихся в списке элементов.

В правой части – окно вывода сообщений из утилиты avrboot.

Для создания интерфейса использовались С++ и фреймворк Qt, а также механика этого фреймворка «сигналы и слоты» (рис. 6).

Эта механика позволяет общаться с классами посредством наличия сигнала в классе, который совершил какое-либо действие и испустил сигнал, и наличия слота в классе, который принимает сигнал и выполняет заданную задачу. Что сигнал, что слот являются методами класса. Данные методы соединяются при помощи другого метода – `QObject::connect (Object1, signal1, Object2, signal2)`.

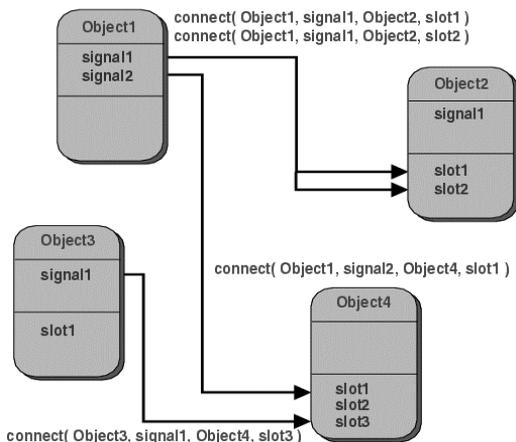


Рис. 6. Изобразительная схема работы механики Signals & Slots

Реализованный интерфейс упрощает создание конфиг-файлов, а также автоматизирует процесс прошивки нескольких файлов-прошивок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Коммутатор VCOM-\*\*\*\* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spbesc-mining.ru/razrabotki/kommutator-bcom-/> (дата обращения: 02.03.22).
2. Документация к Qt Framework [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doc.qt.io/> (дата обращения: 02.03.22).
3. Интерфейсы RS-485, RS-422 и RS-232 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.bookasutp.ru/Chapter2\\_3.aspx](https://www.bookasutp.ru/Chapter2_3.aspx) (дата обращения: 02.03.22).

## РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ОСНОВНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

*С.А. Леонов, студент каф. КСУП*

*Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент. каф. КСУП  
г. Томск, ТУСУР, sergey\_leonov\_98@mail.ru*

Рассмотрен вопрос о необходимости автоматизации создания основной образовательной программы в соответствии со стандартами ТУСУРа и федеральными образовательными стандартами, а также представлены существующий процесс создания основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и возможный вариант процесса создания ОПОП с использованием разрабатываемого программного продукта.

**Ключевые слова:** web-приложение, web-сервис, генерация основной образовательной программы, ОПОП.

На сегодняшний день автоматизация занимает одно из важнейших мест в любой отрасли и позволяет существенно сократить как время выполнения процессов, так и уменьшить требуемые трудозатраты, что позволяет достичь существенных результатов.

Данная тема была выбрана, поскольку существует явная необходимость в автоматизировании процесса создания основной образовательной программы, так как ручное создание данной программы является весьма трудоемким за счет большого количества сложно связанной информации, множества федеральных образовательных стандартов, которые необходимо соблюсти в процессе создания, и сложности устройства шаблона оформления.

Целью данной работы является разработка web-приложения для генерации основных профессиональных образовательных программ.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) изучить процесс создания основной образовательной программы;
- 2) провести обзор существующих аналогов;
- 3) спроектировать разрабатываемое web-приложение.

**Модель процесса «Как есть».** Рассмотрим, как проходит процесс создания основной образовательной программы без применения автоматизации предоставления и проверки правильности сопоставления данных и генерации документа согласно шаблону оформления.

Проанализировав полученную диаграмму декомпозиции процесса создания основной профессиональной образовательной программы, можно сделать вывод, о том, что ручное выполнение процесса создания образовательной программы требует значительных затрат време-

ни на структурирование информации об образовательной программе, создание документа образовательной программы и отправку документа образовательной программы (рис. 1).

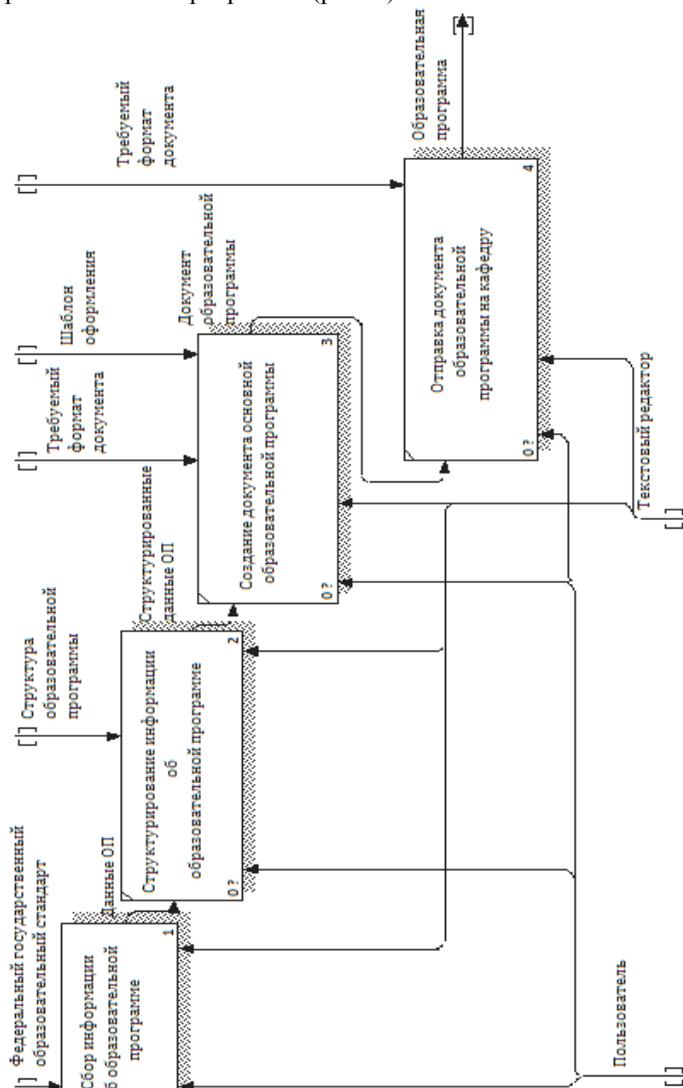


Рис. 1. Декомпозиция работы «Создание основной образовательной программы» процесса «Как есть»

Автоматизация данных этапов уменьшит сложность процесса и временные затраты соответственно.

**Модель процесса «Как будет».** Далее рассмотрим, как проходит процесс создания образовательной программы с применением автоматизации (рис. 2).

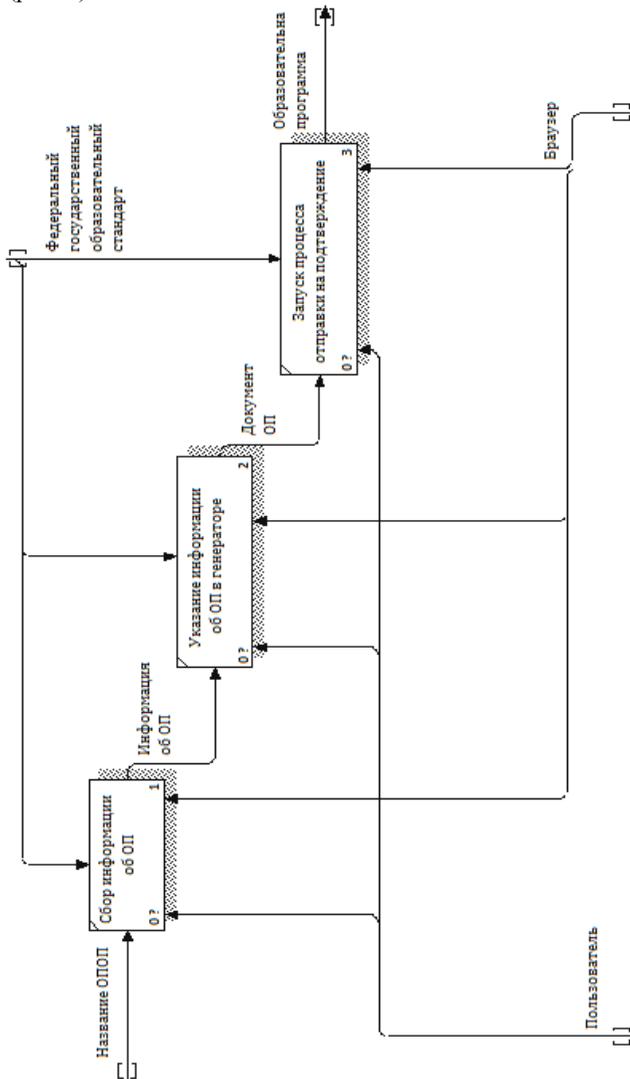


Рис. 2. Декомпозиция работы «Создание основной образовательной программы» процесса «Как будет»

В результате создания этой программы пользователь получит документ образовательной программы, оформленный согласно актуальному на текущий момент шаблону, и произведет отправку созданной образовательной программы на утверждение.

Проанализировав разработанный процесс создания образовательной программы с применением автоматизации, можно сделать однозначный вывод о том, что автоматизация позволит значительно ускорить выполнение данного процесса и улучшить качество создания образовательных программ и уменьшить число итераций возврата образовательной программы на доработку.

**Оценка аналогов.** Рассмотрим недостатки аналогичных версий данного ПО.

«Конструктор учебных программ» [1] – это web-сервис, который предназначен для быстрого создания рабочих программ по учебным предметам.

К недостаткам данной версии ПО стоит отнести:

- 1) указание данных происходит непосредственно в документе;
- 2) отсутствие поясняющих надписей, что ухудшает понимание процесса заполнения образовательной программы.

«Генератор рабочих программ» [2] – это web-сервис, который предназначен для автоматизации разработки рабочих программ.

К недостаткам данной версии ПО стоит отнести:

- 1) отсутствие меню навигации;
- 2) непроработанный дизайн.

**Алгоритм работы проектируемого приложения.** Рассмотрим алгоритм работы проектируемого приложения (рис. 3).

В начале работы алгоритма происходит запуск web-приложения, после чего происходит заполнение информации об образовательной программе. Заполнение не считается законченным, пока не будут указаны все необходимые данные согласно федеральному государственному стандарту.

После процесса заполнения пользователь запускает отправку образовательной программы на утверждение.



Рис. 3. Алгоритм работы проектируемого приложения

Результатом работы алгоритма является образовательная программа, отправленная на утверждение к методисту кафедры.

**Результаты работы.** Во время выполнения работы было проведено исследование процесса создания основной образовательной программы, в результате чего был сделан вывод о необходимости автоматизировать процесс создания образовательной программы, что позволит значительно ускорить процесс создания и гарантировать отсутствие ошибок в оформлении документа образовательной программы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Web-приложение «Конструктор учебных программ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edsoo.ru/constructor/> (дата обращения: 05.03.2022).

2. Web-приложение «Генератор рабочих программ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://genpr.ru> (дата обращения: 05.03.2022).

УДК 004.051

### ЗАМЕРЫ СКОРОСТИ РАБОТЫ TRY-CATCH В СРАВНЕНИИ С ОБЫЧНЫМ ВОЗВРАТОМ HRESULT|INT|BOOL

*В.В. Сеченов, Г.П. Лубов, И.А. Еришов, студенты каф. КСУП*

*Научные руководители: А.Е. Горяинов, доцент каф. КСУП, к.т.н.;*

*А.А. Калентьев, доцент каф. КСУП, к.т.н.*

*Проект ГПО КСУП-1807. Разработка программного обеспечения в области радиоэлектроники*

*г. Томск, ТУСУР, vlad.sechenov@mail.ru*

Измерено время выполнения обработки исключений Try-Catch в сравнении с обычным возвратом HRESULT|int|bool. Для исследования рассматривалась функция деления двух чисел. В зависимости от вида обработки исключений функция будет возвращать либо результат деления (Try-Catch), либо значение, по которому и определяется, завершилась ли операция успешно или нет (HRESULT|int|bool). Рассматривались несколько видов выбрасываемых и обрабатываемых блоком catch типов данных: int, bool, exception. Для измерения времени выполнения обработки исключений используется библиотека chrono. Для уменьшения погрешности производится 10 000 итераций и считается среднее. Из результатов измерений сделан вывод, что при появлении исключения обработка исключения Try-Catch является самой медленной, но лучше других видов обработок с точки зрения читаемости и удобства написания. Тип выбрасываемого и обрабатываемого в блоке catch значения не влияет на скорость выполнения обработки. При отсутствии ошибок, требующих обработки программой, разница незначительна.

**Ключевые слова:** исключение, обработка исключений.

Исключения (exception) – это аномалии времени выполнения, такие как потеря подключения к базе данных или ввод непредвиденных данных, которые нарушают нормальное функционирование программы. Обработка исключений обычно используется в случае, когда некая часть программы обнаруживает проблему, с которой она не может справиться, причем проблема такова, что обнаружившая ее часть программы не может продолжить выполнение. Способ сообщения о проблеме не подразумевает знания о том, какая именно часть программы будет справляться с создавшейся ситуацией. Сообщив о случившемся, обнаружившая проблему часть кода прекращает работу. Блок try используется частью обработки исключения. Блок try начинается с ключевого слова try и завершается одной или несколькими директивами catch (catch clause). Исключения, переданные из кода, расположенного в блоке try, как правило, обрабатываются в одном из разделов catch. Поскольку разделы catch обрабатывают исключение, их называют также обработчиками исключений (exception handler) [1]. В исследовании рассматривались три типа данных, выбрасываемых внутри функции и обрабатываемых блоком catch: int, bool и exception.

Цель работы – сравнить скорость работы Try-Catch с обычным возвратом HRESULT|int|bool.

В работе рассматривалась функция деления двух чисел на языке C++. Исключением в данном случае является значение знаменателя 0.

HRESULT – это 32-битное значение, которое используется для описания ошибки или предупреждения [2]. При таком способе обработки исключений функция возвращает значение \_OK, если операция выполнена успешно, и E\_INVALIDARG, если появилось исключение. При возврате int функция возвращает определенное целое число, означающее успешное выполнение операции или появление исключения. При возврате bool функция возвращает true, если операция выполнена успешно и false, если появилось исключение. Все функции обработки исключения с возвратом значения имеют 3 входных аргумента: числитель, знаменатель и переменная, в которую будет помещен ответ.

Для измерения времени выполнения применяется библиотека chrono [3]. Для минимизации погрешностей производится 10 000 итераций и считается среднее.

Результаты измерения времени работы всех видов обработки исключений при появлении исключения представлены в табл. 1.

Результаты измерения времени работы всех видов обработки исключений при отсутствии ошибок, требующих обработки программой, представлены в табл. 2.

Таблица 1

**Время работы разных видов обработки исключений  
при появлении исключения**

Вид обработки исключений	Среднее время выполнения, нс
Try-Catch (int)	12 209
Try-Catch (exception)	12 805
Try-Catch (bool)	12 549
HRESULT	23
int	199
bool	42

Таблица 2

**Время работы разных видов обработки исключений  
при отсутствии ошибок, требующих обработки программой**

Вид обработки исключений	Среднее время выполнения, нс
Try-Catch (int)	139
Try-Catch (exception)	94
Try-Catch (bool)	105
HRESULT	45
int	60
bool	69

Из результатов измерений можно сделать вывод, что при появлении исключения обработка исключения Try-Catch является самой медленной, но лучше других видов обработок с точки зрения читаемости и удобства написания. Тип выбрасываемого и обрабатываемого в блоке catch значения не влияет на скорость выполнения обработки. При отсутствии ошибок, требующих обработки программой, разница незначительна [4].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Стенли Б. Липпман, Жози Лажойе, Барбара Э. Му. Язык программирования C++. Базовый курс. – М., 2005. – 1103 с.
2. HRESULT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/office/clientdeveloper/outlook/mapi/hresult> свободный (дата обращения: 04.03.2022).
3. <chrono> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/cpp/standard-library/chrono?view=msvc-170> свободный (дата обращения: 04.03.2022).
4. Репозиторий с кодом, написанным для исследования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/FloodDis/NSTusur> свободный (дата обращения: 09.03.2022).

## АЛГОРИТМЫ ОБФУСКАЦИИ ПРИЛОЖЕНИЙ (С# ИЛИ С++)

**И.А. Ершов, В.В. Сеченов, Г.П. Лубов, студенты, каф. КСУП**

*Научные руководители: А.Е. Горяинов, доцент каф. КСУП, к.т.н.;*

*А.А. Калентьев, доцент каф. КСУП, к.т.н.*

*Проект ГПО КСУП-1807. Разработка программного обеспечения  
в области радиоэлектроники*

*г. Томск, ТУСУР, ershov64372@gmail.com*

Описаны метод защиты от несанкционированного доступа к исходному коду программы и алгоритмы, связанные с ним. Также была произведена проверка эффективности такой защиты путём сравнения результатов взлома защищённой и незащищённой программы.

**Ключевые слова:** несанкционированный доступ, обфускация, декомпиляция, исходный код, байт-код.

Программы, написанные на таких языках программирования, как С#, Java, компилируются в промежуточный байт-код, запуском которого занимается отдельная программа, называемая виртуальной машиной, благодаря этому одна и та же программа может быть запущена на различном аппаратном обеспечении без нужды компиляции под каждое из них отдельно. Но из-за такой гибкости байт-кода, он может быть легко декомпилирован обратно в исходный код программы, который понятен человеку, этим могут воспользоваться хакеры для написания вредоносного программного обеспечения или кражи интеллектуальной собственности. Одна из техник для защиты от получения исходного кода программ – это её обфускация [1].

Обфускация – это процесс запутывания промежуточного байт-кода программы с сохранением её функциональности, так что при получении её исходного кода путём декомпиляции, этот исходный код не будет совпадать с первоначальной версией написанной программы, в ней будут содержаться, различные языковые конструкции, затрудняющие её понимание [1].

Существует несколько методов и алгоритмов обфускации, наиболее распространённые [2]:

– Обфускация управления, направлена на изменение порядка вызываемых функций в программе, добавление новых функций или разбиение существующих на несколько, всё это затрудняет выделение различных логических компонентов программы друг от друга. Пример обфускации управления представлен на рис. 1.

– Обфускация данных направлена на изменение способа хранения данных, например, одномерный массив в программе может быть

представлен как двумерный, и самих типов данных, например, двоичное число может быть представлено как целочисленное. Пример обфускации данных представлен на рис. 2.

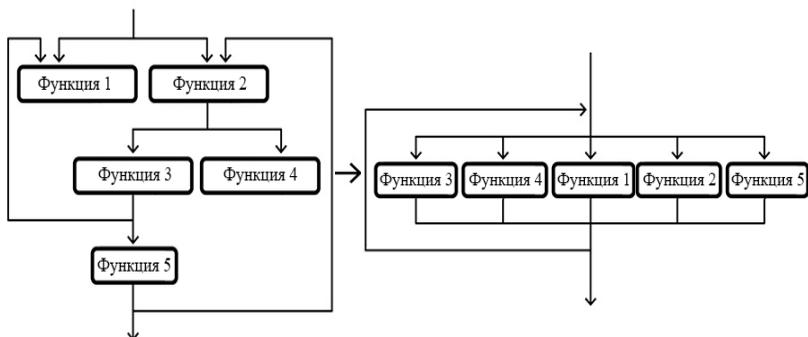


Рис. 1. Пример обфускации управления

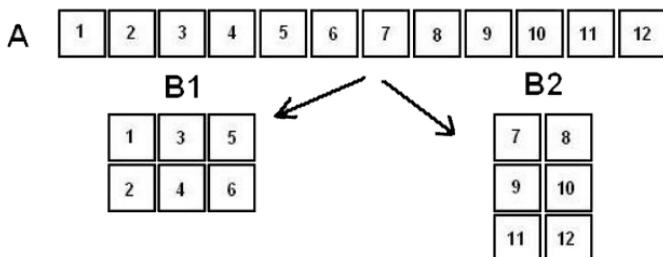


Рис. 2. Пример обфускации данных

– Лексическая обфускация, направление на замену имён переменных, массивов, структур, функций, процедур и т.д. на произвольные длинные наборы символов, которые трудно воспринимать человеку.

Для декомпиляции программы, написанной на C#, можно воспользоваться бесплатным приложением dotPeek от компании JetBrains. Часть исходного кода этой программы представлена ниже.

```
// Заполняем массив случайными числами от 0 до 9
Random randomizer = new Random();
for (int i = 0; i < count; ++i)
{
    array[i] = randomizer.Next(0, 9);
}
```

Декомпилированная программа из промежуточного байт-кода на языке C# не прошла ни один из видов обфускации, полученный код представлен ниже.

```
Random random = new Random();
for (int index = 0; index < int32; ++index)
{
    numArray[index] = random.Next(0, 9);
}
```

После её декомпиляции полученный код фактически не отличается от исходного, за исключением отсутствующих комментариев. Декомпиляция программы, прошедшей различную обфускацию, выполняется так же, как и для программы, не прошедшей её. Защита выполнялась с помощью свободно распространяемого обфускатора LoGiC.NET [3]. Результат полученного исходного кода из защищенной программы представлен ниже.

```
Jht4hnv plf5ojvb = new Jht4hnv();
for (int hnvht4 =0; hnvht4 < int32; hnvht4 += --Min(1, Abs(int)))
{
    h9oqwef[hnvht4]= plf5ojvb.E5ns(0, Abs(--Min(9, Abs(--int32)));
}
```

Полученный после неё код имеет существенные отличия от исходного, а именно отличное название переменных, за что отвечала лексическая обфускация, это затрудняет понимание работы программы и дальнейшее внесение в неё изменений.

С появлением обфускации начали появляться методы по деобфускации программ, они проводятся с целью устранить изменения, внесенные обфускацией. В работе [4] доказано, что теоретически максимальный уровень обфускации программ за ограниченное время недостижим, но неполная деобфускация, близкая к максимальной, возможна всегда и ограничена лишь количеством ресурсов и времени для её проведения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бойцев О.М. Защити свой компьютер на 100% от вирусов и хакеров. – СПб.: Питер, 2008. – 125 с.
2. Радченко Е.Д. Разработка и реализация библиотеки программ запутывания кода на языке обфускации и метода запутывания кода по потокам данных: реферат. – С. 4–12.

3. Репозиторий программы по обфускации, используемой для исследования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/AnErrupTion/LoGiC.NET> (дата обращения: 09.03.2022).

4. Barak B., Goldreich O., Impagliazzo R., Rudich S., Sahai A., Vadhan S., Yang K. On the (Im)possibility of Obfuscation Programs // LNCS 2139. – 2001. – P. 1–18.

УДК 004.838.3

## **ИЗУЧЕНИЕ ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА РЫНКЕ БЕСПЛАТНЫХ ПРОГРАММНЫХ ОБЕСПЕЧЕНИЙ ПО ОБУЧЕНИЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ НАИБОЛЕЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ДЛЯ РАБОТЫ НАЧИНАЮЩИМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ**

*А.Е. Бобылева, А.Ю. Меньшиков,*

*А.Е. Соловьёва, студенты каф. КСУП*

*Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР*

Одним из популярных направлений использования нейронных сетей является обработка данных, причем в качестве данных могут выступать звуки, графические образы, стратегии игр, алгоритмы управления и пр. Это обусловлено рядом преимуществ: скорость анализа данных, возможность работы с большими массивами данных, удобное прогнозирование временных рядов, возможность регрессионного анализа и пр. В рамках данной статьи рассмотрены некоторые бесплатные площадки и сервисы для создания, обучения и тестирования нейронных сетей с целью выявления максимально удобной, понятной и функциональной для начинающего пользователя.

**Ключевые слова:** нейронные сети, программное обеспечение, анализ, прогноз, вычисления, язык программирования, платформа.

Сложно переоценить необходимость и удобство концепции нейронных сетей для анализа данных в современном мире. Устройство нейронных сетей основано по принципу работы человеческого мозга. Нейронная сеть по своей сути представляет программу, способную обрабатывать по определённой схеме данные, запоминать, выдавать конечный результат, а также, что отличает её от простого алгоритма, обучаться. Именно обучение нейронных сетей даёт огромное преимущество данному методу анализа данных, так как впоследствии он сможет решать более сложные задачи и самосовершенствоваться. Но для создания, обучения и работы с нейронными сетями начинающему пользователю необходима доступная, удобная и понят-

ная среда разработки. Существует множество платформ для работы с нейронными сетями. Разберем самые популярные, оценив их как начинающие пользователи, и подведём итог, выбрав наиболее оптимальную.

**JOONE** (java object oriented neural engine) использует для написания нейронной сети язык программирования Java, который имеет интуитивно понятный синтаксис, что делает его популярным среди молодых программистов. Среда разработки является мультиплатформенной. Также плюсом данной среды может стать возможность написания кода на локальном устройстве с последующим использованием на других устройствах. Помимо этого, приятным дополнением является наличие собственного редактора графического интерфейса, позволяющего визуализировать и тестировать любую нейронную сеть. Согласно «Полному руководству по Joone» Паоло Марроне: «если вам необходимо использовать какую-то новую функцию, ещё не выпущенную в данной среде, вы можете получить последний исходный код и использовать его в целях улучшения» [1].

**PyCharm Community** приемлема для каждого пользователя, что критически важно для новичков, которые хотят изучить нейронные сети, но не готовы вкладывать денежные средства на первых этапах изучения. Немаловажно, что PyCharm является кроссплатформенной средой. Доступные языки программирования в PyCharm: Python, JavaScript, CoffeeScript, TypeScript, CSS. В PyCharm также есть встроенный редактор и анализ кода, которые облегчают пользователю работу на начальных этапах обучения и помогают быстрее научиться писать и понимать программные коды. Кроме этого, PyCharm имеет отладчик и инструмент запуска тестов, профилировщик Python, полнофункциональный встроенный терминал, инструменты для работы с базами данных. Все эти функции дают PyCharm большое преимущество перед другими программными обеспечениями в плане лаконичности и адаптивности.

**Microsoft Visual Studio** – полнофункциональная интегрированная среда разработки, которая поддерживает популярные языки программирования, такие как C, C++, C#, JavaScript, Python, доступны для расширения и библиотеки для работы с нейронными сетями [2]. Рассмотрим библиотеки NumPy и FANN.

**Numpy** – библиотека на языке Python, содержащая большой ряд массивов и матриц совместно с библиотекой высокоуровневых математических вычислений для взаимодействия с массивами и матрицами. Сама по себе NumPy – очень мощная расчётная библиотека для Python, которая помогает со сложными вычислениями, что упрощает

работу начинающего пользователя. Она позволяет объявлять массивы, транспонировать их, использовать функцию экспоненты, которая фигурирует в формуле активации нейрона. Чтобы подключить данную библиотеку, достаточно просто прописать команду: `import numpy as np`.

Библиотека FANN полностью соответствует стилю написания кода на языке C++, а именно: наличие огромного количества встроенных функций для работы непосредственно с нейронной сетью. Пользователю, впервые увидевшему код, написанный с помощью данной библиотеки, может быть не сразу понятно, что вообще происходит в теле программы. Но стоит только ознакомиться с предложенными функциями, и всё сразу встанет на свои места. FANN крайне удобна для с локальными и распределенными данными.

Представленный выше материал позволяет сформулировать следующие выводы. Библиотека FANN (MS VS) удобна для крупных проектов, но использование встроенных функций может быть чревато отсутствием понимания процессов, происходящих в теле программы. Поэтому этой библиотекой и средой в целом желательно воспользоваться, уже имея определённый опыт в сфере нейронных сетей. Среда Joone более профессиональная и заточенная под нейронные сети и графическое представление связей нейронов, что является достоинством данного ПО, однако начинающему пользователю может быть не совсем понятно, как работать с данной средой, поэтому обратиться к Joone стоит после изучения библиотеки FANN. Самой понятной, на взгляд авторов, является библиотека NumPy, так как используется язык Python, у которого понятный синтаксис, и так как это работа с массивами и функциями, которые позволяют буквально на пальцах показать математическую сторону нейронных сетей и их принцип работы. Выбор среды разработки (MS VS или PyCharm) остается за пользователем. В данном вопросе решающую роль играет цель изучения нейронных сетей. Если для саморазвития и ознакомления, то это определённо PyCharm. Если же для последующего глубокого изучения темы нейронных сетей, работы над глобальными проектами, то это, несомненно, Microsoft Visual Studio.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Paolo Marrone. The Complete Guide. – 2007. –142 p.
2. Microsoft visual studio. – Режим доступа: <https://open-file.ru/programs/microsoft-visual-studio>, свободный (дата обращения: 09.03.2022).

## ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В АВИАЦИОННОЙ ОРНИТОЛОГИИ

*Д.С. Шифман, М.Д. Олейников, студенты каф. КСУП*

*Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, oleynikov.m.2002@gmail.com, demid\_postup@mail.ru*

Рассмотрены проблемы авиационной орнитологии и предложены методы их решения с использованием нейросетевых технологий.

**Ключевые слова:** нейронная сеть, авиационная орнитология.

В современной орнитологии существует проблема обнаружения и классификации птиц. Требуется улучшение методов обработки и анализа данных, а также увеличение степени автономности (сведение к минимуму человеческого фактора). Нейросетевые технологии давно используются в решении данного рода задач, поэтому их использование рационально в данной области.

**Проблемы авиационной орнитологии.** В данный момент в авиационной орнитологии большую роль играет человеческий фактор. Авиационный орнитолог посвящает большую часть дня объезду территории, сбору данных о популяции и местах обитания птиц. При этом требуется учитывать большую местность вокруг аэропорта (наличие ферм, свалок, водоёмов, полей и других мест, привлекающих птиц). Данный процесс может быть автоматизирован, решения могут приниматься без непосредственного участия человека.

**Работа нейронной сети.** Нейронные сети – искусственные, многослойные, логические структуры, составленные из формальных нейронов, работающих по подобию биологических нейронов. Это позволяет не задавать определенные алгоритмы, а имитируя работу мозга, на примерах определять сходства и различия в элементах.

На рис. 1 представлена упрощенная схема работы нейронной сети:

1) на входной слой нейронов происходит поступление определённых данных;

2) информация передаётся с помощью синапсов следующему слою, причём каждый синапс имеет собственный коэффициент веса, а любой следующий нейрон способен иметь несколько входящих синапсов;

3) данные, полученные следующим нейроном, – это сумма всех данных для нейронных сетей, которые перемножены на коэффициенты весов (каждый на свой);

4) полученное в итоге значение подставляется в функцию активации, в результате чего происходит формирование выходной информации;

5) информация передаётся дальше до тех пор, пока не дойдёт до конечного выхода.

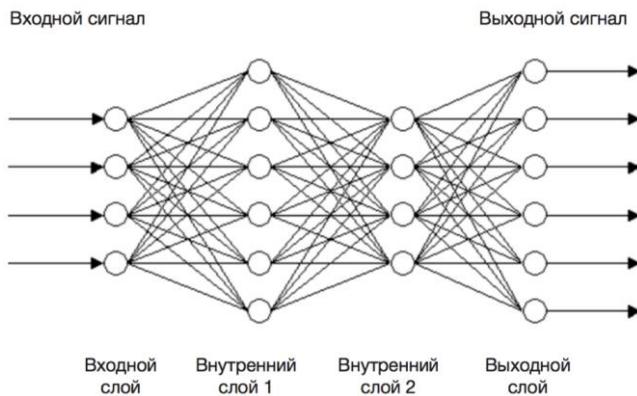


Рис. 1. Схема работы нейронной сети

Таким образом, нейронная сеть может выполнять ряд различных задач, одной из которых является классификация. Именно эту функцию будет рационально использовать в области авиационной орнитологии.

Для этого нужно обучить нейронную сеть определять вид и популяцию птиц на базе данных, которую имеет каждый орнитологический центр. Для высокой точности можно использовать следующие данные:

- Географическое положение. Для обучения и последующего анализа будет использоваться база данных с учётом местной популяции птиц.
- Сезон и время суток. Основываясь на этом, нейросеть будет пополнять орнитологическую базу данных, а так же корректировать решение по определению видовой принадлежности (зная периоды миграции птиц и сопоставляя их с временем наблюдения, можно существенно сузить круг поиска).
- Силуэт птицы. Нейросеть по силуэту будет определять размер и разновидность.
- Количество особей.
- Место, в котором была замечена птица. Требуется для составления карт обитания птиц и дальнейшего принятия решения по применению мер.

Нейросеть будет принимать эти параметры и анализировать. Далее на основе результатов анализа будет приниматься решение об эффективном методе борьбы, присваивая каждому из них индекс эффек-

тивности. Впоследствии будет приниматься решение с наибольшим индексом, в частности, применение акустических и оптических сигналов, запись в реестр для эколого-этологического исследования, вызов оперативной группы. Также для каждого из перечисленных методов будут определяться различные параметры:

- у аудиосигналов – частота звука и тип сигнала (например, выстрел из ружья или имитация приближения хищников);
- у оптических сигналов – яркость и место, откуда он будет наиболее эффективен;
- у оперативной группы подбирается нужное оборудование, количество человек, а также использование хищника (это может быть ястреб, сокол);
- после составления карты обитания птиц можно принимать решение по поводу конкретизации эколого-этологических мер (ликвидация свалок, засыпка и дренаж водоемов).

Это рационализирует непосредственное участие человека в каждом конкретном случае, что, в свою очередь, позволит уменьшить степень трудоёмкости, а также оптимизировать процессы сбора, передачи и анализа данных. Проектирование нейросети не требует много времени, базы данных, которые требуются для обучения нейросети, уже составлены, а запуск не требует специализированного дорогостоящего оборудования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Силаева О.Л., Ильичёв В.Д., Золотарёв С.С. Основные направления авиационной орнитологии, 2010. – 5 с.
2. Галушкин А.И. Нейронные Сети: Основы теории. – Большая российская энциклопедия, 2012. – 496 с.
3. Кириченко А.А. Нейропакеты – современный интеллектуальный инструмент исследователя. – 2013. – 297 с.

УДК 004.514

#### РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ОПЕРАТОРА FRONTOFFICE

*А.М. Потлог, А.С. Слесаренко, студенты каф. КСУП;*

*И.В. Ячный, ст. преп. каф. КСУП*

*Проект ГПО КАФ-1703. Разработка приложений на Windows*

*г. Томск, ТУСУР, tyomios@mail.ru*

Представлен процесс переработки интерфейса приложения, сориентированного на использование с помощью клавиатуры и мыши, а также касаний по сенсорному экрану.

**Ключевые слова:** интерфейс, тачскрин приложения, пользовательский опыт.

В современном мире все большее число пользователей предпочитают использовать устройства с сенсорным экраном взамен классическим.

Распространение сенсорных экранов среди клиентов компании «ООО Сибнефтекарт» обязывает компанию обеспечить пользователей удобным интерфейсом для взаимодействия касанием.

Приложение оператора позволяет сотруднику взаимодействовать с заправочными станциями, терминалами оплаты и кассой.

Ввиду того, что актуальная версия приложения оператора использует фреймворк Windows Forms, интерфейс направлен на взаимодействие через клавиатуру/мышь, приложение оператора необходимо переписать.

В новой версии приложения, технологией для создания интерфейса был выбран WPF [1] с применением паттерна MVVM [2]. Разделение приложения на вид, модель и модель представления, позволяет изменять интерфейс без изменения логики, что является преимуществом перед использованием событийной модели.

Методикой реализации паттерна MVVM была выбрана «View-first», согласно которой разработка начинается с создания пользовательского интерфейса.

Первым изменившим свой вид элементом интерфейса был выбран элемент управления, представляющий собой сторону физической топливораспределительной колонки. Переработанный вид представлен на рис. 1.

К задачам контроля ТРК относятся управление подачей топлива выбранного пистолета, визуальное информирование о состоянии физической ТРК и процесса заправки.

Для создания интуитивного интерфейса нужно учитывать пользовательский опыт. В случае разработки контроля ТРК были перенесены цвета отображения текущего состояния ТРК. Сравнение видов элемента управления ТРК в текущей версии и версии для тачскрин экранов представлено на рис. 2.

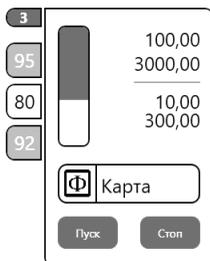


Рис. 1. Вид элемента управления ТРК в новой версии приложения оператора

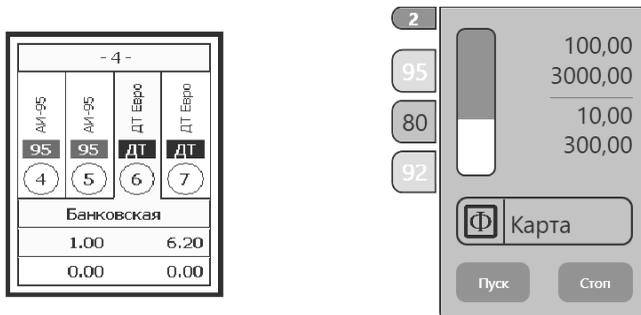


Рис. 2. Вид контролов в состоянии паузы

Так, пользователи, привыкшие к визуальному отображению состояния ТРК в текущей версии, при переходе на новую, будут чувствовать себя увереннее при изучении программы, что благоприятно влияет на скорость использования.

К основным различиям тачскрин-интерфейса от классического интерфейса для настольного компьютера [3] относятся:

- 1) увеличенные размеры кнопок для комфортного нажатия пальцем;
- 2) отступ между элементами управления относительно друг друга для предотвращения случайных нажатий;
- 3) отсутствие физических элементов управления устройством.

Учитывая описанные выше особенности, был создан макет пользовательского интерфейса приложения (рис. 3).

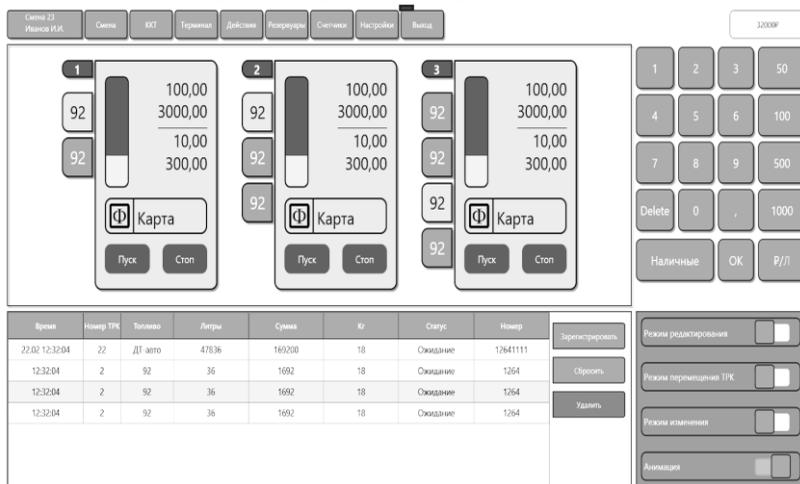


Рис. 3 Интерфейс приложения оператора для тачскрин

Интерфейс включает в себя панель доступных вкладок, набор доступных вкладок принято определять по подключенным плагинам; счетчик выручки за смену, виртуальную клавиатуру, оснащенную наиболее часто используемыми числами, на случай, если компьютер пользователя не будет оснащен физической клавиатурой; тремя панелями для отображения вкладок.

В процессе работы были изучены принципы разработки интерфейсов для тачскрин-приложений, создание шаблонов, стилей и компоновка элементов фреймворка WPF.

В дальнейшей разработке планируется реализовать модели представления, виды вкладок.

### ЛИТЕРАТУРА

1. WPF, введение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/wpf/1.php>, свободный (дата обращения: 03.02.2022).
2. MVVM, полное понимание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/339538/>, свободный (дата обращения: 16.02.2022).
3. Интерфейсы промышленных устройств. Как делать дизайн продуктов, у которых нет аналогов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/design/135967-interfeysy-promyshlennyh-ustroystv-kak-delat-dizayndlya-produktov-u-kotoryh-net-analogov/>, свободный (дата обращения: 17.01.2022).

УДК 004.42

### ГРАФИЧЕСКАЯ ОБОЛОЧКА ДЛЯ ПОИСКА ПО БАЗЕ ДАННЫХ MYSQL

*С.О. Шестаков, студент каф. КСУП;*

*А.М. Бутин, инженер-программист 2-й кат.;*

*Е.В. Добышев, начальник сектора 6405, АО «ИСС» г. Железногорск  
Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, ser.shestakov@yandex.ru*

Задачи поиска информации в БД требуют от пользователей знаний основных конструкций и правил оформления языка SQL. Задачи поиска информации могут возникать у людей, не знакомых с языком программирования и со структурой базы данных, в которой у них хранится информация. Для таких пользователей необходимо реализовать понятную и удобную графическую оболочку.

**Ключевые слова:** анализ данных, предметная область, база данных, СУБД MySQL, SQL.

Поиск хранимой информации для пользователей позволяет обращаться к старым проектам, находить технические решения, которые

уже были применены в прошлом, избегать повторов при разработке новых решений. В настоящее время для решения задачи поиска, пользователям необходимо обращаться к разработчикам, возможность пользователям составлять запросы к БД самостоятельно существенно снизит затрачиваемое на решение данной задачи время. Запрос на языке SQL представляет собой требование к формату выводимой информации [1].

Программа предназначена для: поиска проектов и их атрибутов по всей БД проектов, выдачи результата поиска в удобном формате. Большая вариативность запросов, а также постоянное добавление новых столбцов и таблиц к БД требуют от программы большой гибкости в формировании запросов, не привязываясь к существующей структуре БД. Входной информацией являются электронные таблицы БД проектов.

Ниже представлена работа программы на базе данных проектов программного комплекса ALCAB v2 [2] (рис. 1).

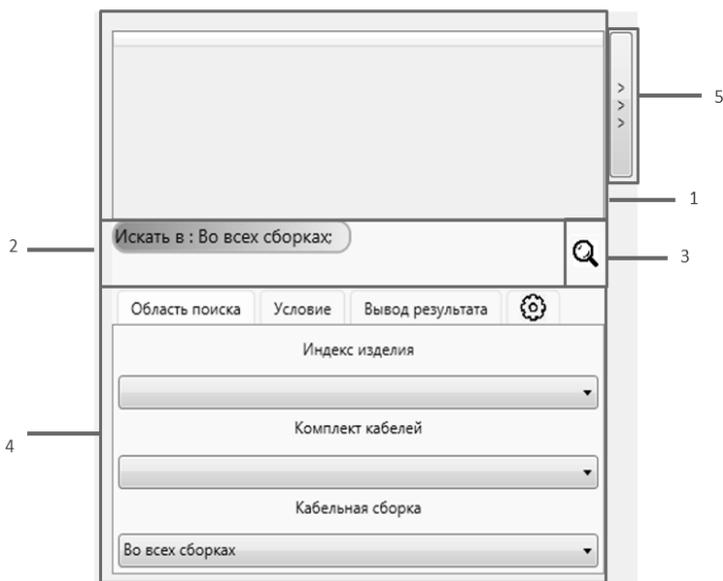


Рис. 1. Главная форма программы с пояснениями

Главная форма содержит:

- 1) окно для вывода результата поиска в табличном виде;
- 2) область для формирования запроса;
- 3) кнопку для поиска по сформированному запросу;

4) меню элементов ПО – содержит области поиска, условия для формирования запросов, способы вывода результатов, настройки программы;

5) кнопка для вызова ПО. Для формирования запроса к БД КС необходимо перейти на вкладку условия главного меню. Далее необходимо выбрать один из предложенных вариантов условий (рис. 2).

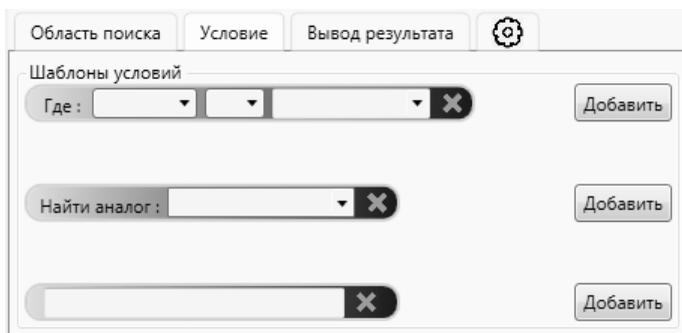


Рис. 2. Варианты условий поиска

Сформированный блоками запрос для поиска деталей принадлежащей таблице проекта показан на рис. 3.

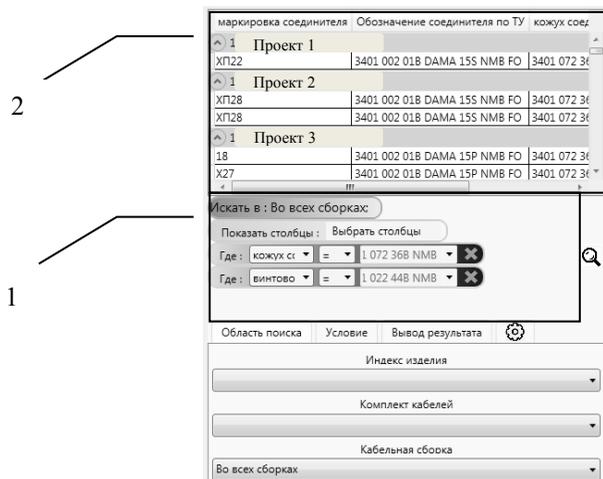


Рис. 3. Сформированная строка запроса

Запрос, сформированный программой на языке SQL:

```
SELECT *FROM `Название таблицы проекта` AS fore  
LEFT JOIN `boxes` AS box ON box.`id` = fore.`box`  
LEFT JOIN `vintkrep` AS vintkrep ON vintkrep.`id` = fore.`vintkrep`  
WHERE box.`value`='3401 072 36B NMB'  
and vintkrep.`value`='3401 022 44B NMB'
```

После нахождения результатов и вывода их в табличном виде (см. рис. 3) пользователю доступно сохранение в форматы Word и HTML.

Таким образом, графическая оболочка унаследовала общую структуру поисковых запросов, предъявляя требования к выводимой информации, но представляет ее в более понятном пользователю формате.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Волк В. К Базы данных // Проектирование, программирование, управление и администрирование. – 2020. – Т. 1, вып. 3. – С. 88–89.

2. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ №2017612882. Автоматизированная разработка конструкторской документации на изготовление и испытание сетей космических аппаратов «ALCAB V2» / Е.В. Добышев, А.В. Юшкова, Ф.А. Пинаев и др. – Заявка №2017610135. Дата поступления 9 января 2017 г. Зарег. в Реестре программ для ЭВМ 6 марта 2017 г.

УДК 61-529

### МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ

*Д.А. Самойлов, И.В. Шихман, Б.Е. Кос, студенты каф. КСУП  
Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР*

Среда разработки MatLAB имеет встроенную функцию People Detector, которая позволяет определять людей как на статическом, так и на динамическом изображении. Эта функция включает в себя гистограммы направленных градиентов (HOG) и классификатор, обученный с помощью метода опорных векторов (SVM). Представлена программа, позволяющая распознавать людей на видео с настройкой оптимальных параметров. В результате запуска программы открывается видеоредактор, показывающий выбранное видео, человек на котором определяется автоматически.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, машинное зрение, машинное обучение.

Среда разработки MatLAB имеет встроенную функцию People Detector, которая позволяет определять людей как на статическом, так

и на динамическом изображении. Эта функция включает в себя гистограммы направленных градиентов (HOG) и классификатор, обученный с помощью метода опорных векторов (SVM).

Существует несколько модификаций функции People Detector:

1) `peopleDetector=vision.PeopleDetector` – создает объект детектирования людей, отслеживающий набор точек на видео;

2) `peopleDetector = vision.PeopleDetector(model)` – создает объект детектирования людей и устанавливает ClassificationModel (тип классификационной модели);

3) `peopleDetector = vision.PeopleDetector(Name,Value)` – создает объект детектирования людей с дополнительными опциями, заданными одним или несколькими парами «Name-Value» («Наименование-Значение»).

«Name» является наименованием свойства, а «Value» – соответствующим значением. Наименование должно отображаться внутри одинарных кавычек (' ').

Также можно указать несколько парных аргументов в любом порядке: `Name1,Value1,...,NameN,ValueN`.

Функция People Detector имеет некоторый набор свойств (параметров), которые позволяют улучшать качество детектирования при их ручной настройке (таблица):

1) наименование классификационной модели – выбор модели и размера изображения, используемого для обучения;

2) порог классификации людей – неотрицательное скалярное значение для управления классификацией отдельных участков изображения во время работы с обширными областями; можно увеличить это значение, если есть много ложных обнаружений (чем выше пороговое значение, тем более строгие требования к классификации); типичные значения варьируются от 0 до 4;

3) наименьшая область, включающая человека, – самый маленький участок, включающий человека, указанный в пикселях как две величины (высота, ширина); использование данного свойства позволяет уменьшить время вычисления;

4) наибольшая область, включающая человека, – свойство, аналогично предыдущему;

5) масштабирование обнаружения многомасштабных объектов – коэффициент постепенно увеличивает разрешение между MinSize и MaxSize;

6) шаг окна обнаружения – сдвигает по изображению окно обнаружения с определенным шагом, задается в пикселях как двухэлементный вектор  $[x\ y]$  или как скаляр (шаг будет одинаковым как для  $x$ ,

так и для у); уменьшение шага окна может повысить точность обнаружения, однако это увеличивает время вычисления;

7) контроль слияния обнаружений – это свойство контролирует, сливаются ли подобные обнаружения, принимает значения true или false.

### Свойства функции People Detect

Обозначение	Функция	Принимаемые значения	
		По умолчанию	Возможные
ClassificationModel	Наименование классификационной модели	'UprightPeople_128x64'	'UprightPeople_96x48'
ClassificationThreshold	Порог классификации людей	1	Неотрицательное скалярное значение
MinSize	Наименьшая область, включающая человека	Размер изображения для обучения модели классификации	Двухэлементный вектор
MaxSize	Наибольшая область, включающая человека	Размер входного изображения	Двухэлементный вектор
ScaleFactor	Масштабирование обнаружения многомасштабных объектов	1.05	Числовое значение больше, чем 1,0001
WindowStride	Шаг окна обнаружения	[8 8]	Скалярный или двухэлементный вектор
MergeDetections	Контроль слияния обнаружений	-	true/false

На рис. 1 представлена программа, позволяющая распознавать людей на видео, с настройкой оптимальных параметров.

```

detector = peopleDetectorACF;
peopleDetector = vision.PeopleDetector('ClassificationModel','UprightPeople_128x64');
video = vision.VideoFileReader ('Video1.avi');
viewer = vision.VideoPlayer;
peopleDetector.WindowStride = [1 1];
peopleDetector.ClassificationThreshold = 0.5;
while ~isDone(video)
    image = step(video);
    [bboxes,scores] = step(peopleDetector,image);
    I_people = insertObjectAnnotation(image,'rectangle',bboxes,scores);
    step(viewer,I_people);
end

```

Рис. 1. Создание программы

В результате запуска программы открывается видеоредактор, показывающий выбранное видео, человек на котором определяется автоматически (рис. 2).



Рис. 2. Результат работы программы

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Detect upright people using HOG features – MATLAB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.mathworks.com/help/vision/ref/vision\\_people\\_detector\\_system\\_object.html](https://www.mathworks.com/help/vision/ref/vision_people_detector_system_object.html), свободный (дата обращения: 06.03.2022).

УДК 004.91

### РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ УЧЕТА ПОСЕЩАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

*Е.М. Суберляк, студент каф. КСУП*

*Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, [suberlyake@gmail.com](mailto:suberlyake@gmail.com)*

Рассмотрен вопрос проектирования мобильного приложения учета посещаемости студентов.

**Ключевые слова:** мобильное приложение, журнал посещаемости.

Среди рассмотренных аналогов разрабатываемого приложения, таких как «Журнал преподавателя», «ЭлЖур», «Помощник учителя» и «Учительский журнал», не было найдено приложения с положительными отзывами, они были либо смешанными, либо отрицательными. Также все они были ориентированы на школу и могли использоваться только в одном учебном учреждении, т.е. приложения не были созданы для работы в сразу нескольких образовательных учреждениях. Данное приложение будет ориентировано на высшие учебные заведения, колледжи и профессионально-технические училища с возможностью вести учет посещаемости в нескольких учебных заведениях.

Целью данной работы является: проектирование мобильного приложения для учета посещаемости студентов.

На рис. 1 представлена обновленная диаграмма прецедентов мобильного приложения.

В данном приложении пользователь сможет создавать каталоги в следующей иерархии: вуз; факультет; группа; предмет – и удалять их

по своему усмотрению. Каталоги могут существовать и не в одном экземпляре, к примеру, преподаватель может работать в нескольких вузах. Также пользователь может создавать и удалять студентов, а также отмечать их.

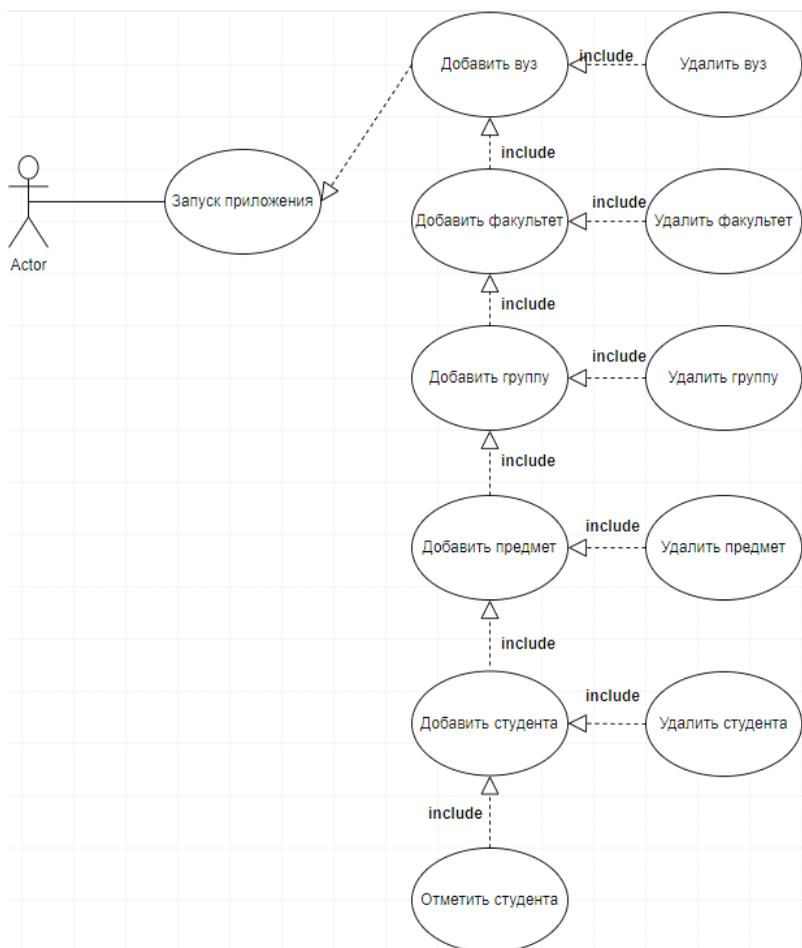


Рис. 1. Обновленная диаграмма прецедентов

В ходе работы было рассмотрено несколько СУБД для работы. Среди них были MySQL, PostgreSQL, Elasticsearch, Oracle, MariaDB и DB2, но в итоге был выбран SQLite, так как для работы с ним не требуется внешнего сервера.

SQLite – это встраиваемая в приложение СУБД, что является её отличительной чертой по отношению к другим СУБД. Это значит, что большинство СУБД являются самостоятельными приложениями, взаимодействие с которыми организовано по принципу клиент-сервер.

Use-Case диаграмма – это диаграмма прецедентов, которая позволяет описать концептуальную составляющую системы. Тестирование по Use Case проводится для того, чтобы обнаружить дополнительные логические дыры и баги в приложении, которые сложно найти в тестировании индивидуальных модулей, частей приложения отдельно друг от друга [1].

Интерфейс – это набор инструментов для взаимодействия человека и компьютерной системы. Прежде всего это кнопки, галочки, текстовые поля, подсказки, переключатели, выпадающие списки и пр. В дословном переводе с английского слово «interface» означает «взаимодействие между лицами» [2].

Ниже на рис. 2 представлен макет интерфейса разрабатываемого приложения.

Назад		TextView TextView						
Дата		12.10	13.10	14.10	15.10	16.10	17.10	18.10
Студенты								
Михайленко В. О.				Н				
Березняк Д. А.								
Вострилов Д. А.			Н	Н	Н			
Дууза Н. Р.								

Рис. 2. Макет интерфейса разрабатываемого приложения

После создания каталогов «вуз», «факультет», «группа», «предмет» пользователь сможет создавать студентов и отмечать их посещаемость или удалить студента.

В данной статье представлено проектирование ПО, которое можно будет использовать преподавателем для фиксации посещаемости студентов на любых занятиях. Возможно использование приложения и в школах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Диаграммы Use Case [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://software-testing.org/testing/chto-takoe-yuzkeys-use-case-ili-scenariy-ispolzovaniya-v-testirovanii-po.html> (дата обращения: 04.03.2022).

2. Пользовательский интерфейс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.internet-technologies.ru/articles/newbie/polzovatelskiy-interfeys.html> (дата обращения: 04.03.2022).

## СЕКЦИЯ 6

### ЭКОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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

УДК 504

#### ПЕРЕХОД БИОСФЕРЫ В НООСФЕРУ И КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

*И.М. Белянин, студент каф. РЭТЭМ*

*Научный руководитель Н.Н. Несмелова, доцент каф. РЭТЭМ, к.т.н.*

*Проект ГПО РЭТЭМ-2205. Анализ результатов мониторинга  
по целям устойчивого развития*

*г. Томск, ТУСУР, il.belianin@yandex.ru*

Рассмотрены процесс перехода биосферы в ноосферу, концепции устойчивого развития.

**Ключевые слова:** биосфера, ноосфера, окружающая среда, устойчивое развитие.

Всё больше биосфера становится управляемой человеком, переходя в ноосферу – новое состояние биосферы, преобразованной человеческим трудом и разумом. По мнению Вернадского, зарождение ноосферы началось в далеком прошлом и начала формироваться с того момента, когда человек начал мыслить и приобщился к трудовой деятельности. Утверждал, что роль человека в становлении ноосферы обуславливается не его массой, а производственной деятельностью [1].

Вернадский отмечал, что ноосфера находится не отдельно от биосферы, а является следующим этапом развития биосферы. Взаимоотношения человека и биосферы должны быть взаимно полезными и развитие общества не должно привести к деградации биосферы.

В процессе перехода биосферы в ноосферу изменяется природа человека. Ответственность за будущее планеты, биосферы, в том числе и человека, всё нарастает [2].

Вернадским были выделены основные предпосылки для создания ноосферы:

1. Человечество заселило всю планету. На Земле почти нет мест, не подвергшихся воздействию человека. К тому же человек вышел в космос, тем самым расширив границу биосферы.

2. Улучшение средств связи и обмена информацией. С помощью сети Интернет, телевидения и радио люди мгновенно могут узнать о произошедших событиях в мире в кратчайшие сроки.

3. Равенство людей. В большинстве стран имеются статьи о равенстве всех людей перед законом. Почти исчезли зависимые страны и колонии.

4. Увеличение общего уровня жизни. В европейских государствах уровень жизни населения за последние полвека стремительно вырос, но в развивающихся странах положение обстоит хуже. Пропасть между бедными и богатыми людьми постоянно увеличивается. Это подтверждается ежегодным отчетом о мировом богатстве (рис. 1).

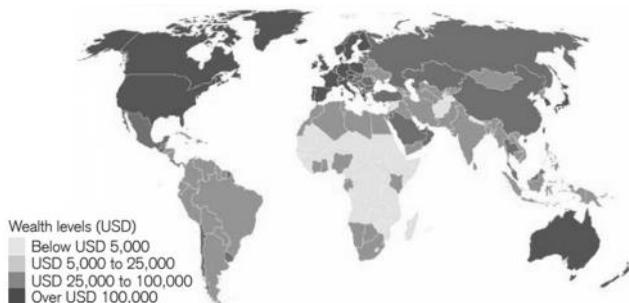


Рис. 1. Распределение мирового богатства  
(по данным Global wealth report 2021)

5. Развитие энергетики. В XX в. человечество стало использовать в качестве источника энергии энергию ядра. Но, к сожалению, открытие ядерного вида энергии привело к ряду аварий (рис. 2). Кроме того, существуют электростанции, использующие энергию приливов, горячих подземных вод и солнечную энергию.

6. Исключение войн из жизни общества. В XX в. мир пережил две мировые войны, балансировал на грани третьей. Не обходится человечество и без войн локальных.

Концепции Вернадского являются основой для многих нынешних концепций и теорий, которые направлены на решение различных экологических проблем.

Из-за резко увеличившейся нагрузки на биосферу со стороны человека пришло понимание глобальной экологической опасности. Это подтолкнуло мировое сообщество искать выход из сложившейся ситуации и привело к разработке концепции устойчивого развития.

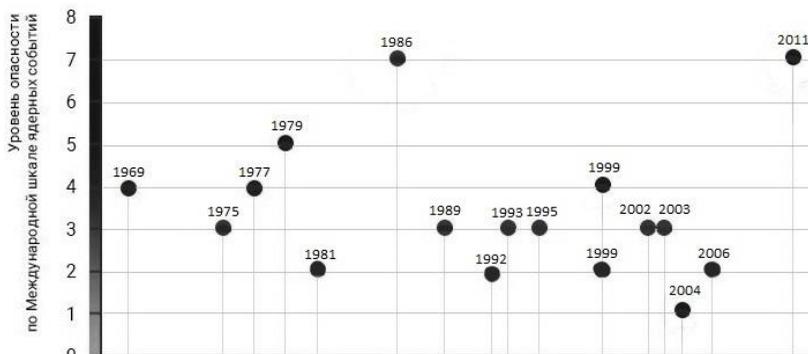


Рис. 2. Аварии и инциденты на АЭС (по данным МЧС России, The Guardian, Сибирский региональный союз «Чернобыль», DiaNuke.org)

Эта концепция была принята на конференции ООН в 1992 г. в Рио-де-Жанейро и предполагала следующие меры по снижению нагрузки на окружающую среду:

- 1) сокращение материалоемкости и энергоёмкости производств, максимальное снижение оборота загрязняющих веществ и распространение использования возобновляемых ресурсов;
- 2) внедрение в ценообразование цену от ущерба окружающей среде и использования энергосберегающих технологий;
- 3) равномерное распределение ресурсов во времени и между поколениями;
- 4) передача технологий индустриально развитыми странами развивающимся;
- 5) определение единой стратегии устойчивого развития, установление единых экологических стандартов и контролирование их соблюдения государствами.

В 1996 г. была принята концепция перехода к устойчивому развитию в Российской Федерации [3].

Можно сделать вывод о необходимости совместного решения всеми странами экологических проблем. Человечество должно принять меры к рациональному потреблению энергии, экономичному ведению промышленности, сокращению добычи и использования полезных ископаемых без причинения вреда окружающей среде и биосфере в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Грушевицкая Т.Г., Садохин А.П. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов. – М., 2003. – 670 с.

2 Дерябин В.А., Фарафонтова Е.П. Экология: учеб. пособие. – Урал. фед. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. – 2016. – 135 с.

3 Указ Президента Российской Федерации № 440 от 1 апреля 1996 г. «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию». – М., 1996.

УДК 574.63

## **ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В г. ТОМСКЕ**

*А.С. Фархутдинова, студентка каф. РЭТЭМ*

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

*Проект ГПО РЭТЭМ-2205. Анализ результата мониторинга  
по целям устойчивого развития*

*г. Томск, ТУСУР, farkhutdinova.anastasia@yandex.ru*

Рассматривается актуальность обеспечения населения водой хорошего качества в городской среде. Главный аспект этой проблемы – получение достаточного количества воды, которая является эпидемиологически безопасной, химически безвредной и с хорошими органолептическими свойствами. Показываются пути решения данной проблемы.

**Ключевые слова:** питьевая вода, качество, состояние, загрязнение, водоснабжение, подземные воды, бутилированная вода, автоматы питьевой воды.

Уровень загрязнения воды р. Томи предприятиями Кузбасса в XXI в. можно увидеть по результатам работы, выполненной Ю.С. Чухровым. Автор изучал влияние сточных вод химических производств Кемерово на санитарное состояние р. Томи. В районе Юрги в речной воде ученые обнаружили, что суммарные уровни содержания вредных веществ в створе Юрги достигали 13,1 ПДК. Средние концентрации вредных веществ в питьевой воде по фенолу и нефтепродуктам превышали ПДК в 3 раза, по ацетону и аминам – в 2,2–5,7 раза, по цианидам, железу – в 1,1–2,0 раза. Суммарный уровень содержания вредных веществ в питьевой воде составлял 11,9 ПДК [1].

Санитарное состояние воды в г. Томске можно оценить и на р. Ушайке. Загрязнение реки очень велико, так как практически все трубы, которые ведут туда, не оборудованы очистной системой. Ушайка возле Каменного моста выглядит пугающе и ужасающе, если не знать, что это река, то можно подумать, что это поток сточных вод. Вода в ней мутная и имеет специфический запах сероводорода. Но ситуацию пока еще можно спасти, если принять какие-либо действия по очистке воды [2].

Принимая во внимание высокий уровень химического загрязнения воды р. Томи, ученые Томского политехнического института в 1960-е гг. пришли к тому, что в качестве основного источника водоснабжения можно использовать подземные воды левобережья р. Томи – Обь-Томское междуречье – для населения.

Итоги наблюдений и исследований указывают на то, что за последние 40 лет качественный состав подземных вод Обь-Томского междуречья изменился не очень существенно, но минерализация артезианской воды в 2,3 раза выше, чем в речной воде. Общая жесткость артезианской воды также в 2,9 раза больше. Содержание активного биоэлемента фтора в реках и подземных водах почти в 5 раз ниже, чем у ПДК, что, вероятнее всего, объясняет высокую заболеваемость кариезом среди жителей города [3].

Население города стало искать альтернативные источники чистой питьевой воды. На сегодняшний день в Томске популярна бутилированная вода. Также начинают набирать все большую популярность автоматы питьевой воды, которые установлены прямо в жилых домах. Практически в каждом микрорайоне на данный момент можно увидеть такие автоматы. И это будет намного выгоднее, чем доставка бутилированной воды. Но является ли вода из автоматов чистой и безопасной для здоровья человека, и лучше ли она той же артезианской воды?

Специалисты Томского центра стандартизации, метрологии и испытаний решили узнать, насколько качество воды в питьевых автоматах соответствует условиям микробиологической безопасности – одному из важнейших показателей безопасности. Было куплено пять образцов питьевой воды в разных частях города у разных производителей: «Живая вода», «Эковода», «Колодец», «Родничок» и «Варя». Результаты исследований установили, что все образцы соответствуют нормам микробиологической безопасности [4].

Обь-Томское междуречье долго давало томичам чистую и безопасную для людей воду, но любой источник постепенно становится непригодным для потребления. Томичи больше 50 лет используют артезианскую воду в качестве питьевой, но спустя такое долгое время пора бы уже искать альтернативу данному источнику или пытаться улучшить его состояние. На данный момент бутилированная питьевая вода и водоматы являются единственной альтернативой для жителей г. Томска.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чухров Ю.С. Гигиеническая оценка влияния сточных вод города с развитой химической промышленностью на р. Томь и состояние здоровья населения: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Кемерово, 2000. – 24 с.

2. Пигеева В.В., Антропова С.А., Ларионова О.А., Царюк В. Проект ГПО-1103. Урбанизированные территории города Томска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://storage.tusur.ru/files/138/РЭТЭМ-020801\\_Урбанизированные%20территории%20города%20Томска.pdf](https://storage.tusur.ru/files/138/РЭТЭМ-020801_Урбанизированные%20территории%20города%20Томска.pdf) (дата обращения: 15.11.2021).

3. Переоценка эксплуатационных запасов подземных вод Томского месторождения: отчет ОАО «Томскгеомониторинг», ТФ ФБУ «ГФГИ по СФО». – Томск, 2005. – 436 с.

4. Питьевая вода из автоматов – какая она? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tomskcsm.ru/events/pitevaya-voda-iz-avtomatov-kakaya-ona/> (дата обращения: 1.11.2021).

УДК 331.45

## ОЦЕНКА ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ ООО «ВЕКТОР» г. НЕФТЕЮГАНСКА

*С.С. Ильичёв, студент каф. РЭТЭМ*

*Научный руководитель С.А. Полякова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.  
г. Томск, ТУСУР, stepan-ilichyov@yandex.ru*

Нефтегазовая отрасль относится к наиболее травмоопасным отраслям, поэтому одной из главных задач для руководителей подобных организаций является принятие всех необходимых мер для сохранения жизни и здоровья своих работников. В данной статье рассматривается концепция охраны труда на объектах нефтегазодобывающей промышленности, а также дана ее оценка на примере промышленного объекта ООО «Вектор».

**Ключевые слова:** охрана труда, безопасность, трудовая деятельность, условия труда, нефтегазовая отрасль.

Охрана труда является неотъемлемой частью производственных отношений в любой сфере деятельности современного общества. Потребность в безопасности труда всегда была и будет актуальна, особенно в настоящее время.

На сегодняшний день обеспечение безопасности становится более трудной задачей, поскольку параллельно с новыми технологическими достижениями увеличивается количество и сложность технических систем, что ведет к повышению риска возникновения разного рода опасностей. Как результат имеют место быть несчастные случаи и аварии. Более качественный подход к организации охраны труда и оценке возможных рисков позволит минимизировать возможные негативные последствия и обезопасить труд работников.

Согласно Федеральному закону от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», предприятия нефтегазовой отрасли относятся к особо опасным производственным объектам, поэтому важно обеспечить не только соблюдение правил элементов труда, но и безопасность самих сооружений, конструкций и т.д. Из этого следует, что главными задачами охраны труда на предприятиях нефтегазовой отрасли являются:

- обеспечение безопасной трудовой деятельности работников;
- сведение к минимуму возможных рисков;
- выявление, ослабление и устранение производственных опасностей;
- предупреждение аварий, взрывов и пожаров;
- обеспечение охраны окружающей среды;
- защита соседних населенных пунктов и предприятий от неблагоприятных и опасных влияний;
- минимизация социальных последствий.

Правильный и качественный подход к организации охраны труда со стороны руководства способен оказать значительное влияние на функционирование предприятия и его работу в целом.

С этой целью на предприятии ООО «Вектор», куст скважин № 24, был проведен анализ системы охраны труда, в ходе которого были выявлены следующие положительные моменты [1]:

- руководство компании выделяет достаточный бюджет на все необходимые мероприятия по обеспечению ОТ;
- вовремя проводит закупку качественных СИЗ, а также печатной продукции – плакаты, указательные наклейки, таблички и т.д.;
- отсутствие несчастных случаев, в том числе производственного травматизма;
- отсутствие просроченных обучений.

Как и на любом другом предприятии, на данном присутствуют некоторые недостатки в управлении системы охраны труда, которые не позволяют ей быть эффективной в полной мере.

Можно отметить следующие общие минусы:

- основанием для первого минуса стали акты об установлении нарушения требований охраны труда. Периодичность данных случаев напрямую зависит от вида работ. Так, если при подготовительных работах нарушений может и не быть, то в процессе строительства (при возведении самого объекта или дополнительной инфраструктуры) их число значительно возрастает. Отсюда и первый минус – незаинтересованность некоторых работников в соблюдении ОТ, причины которой могут быть следующие:

1) работник не владеет необходимыми для работы знаниями, специальными методами, приемами, навыками или не способен усвоить и запомнить их;

2) отсутствие необходимых инструментов, материалов, средств защиты, соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям условий, информации об опасностях для жизни и здоровья;

3) недобросовестность и безответственность самого работника [2];

– второй минус связан с высокой текучестью кадров (специалистов по ОТ), главной причиной которой является низкая заработная плата для специалистов по ОТ. Она варьируется в районе 35–40 тыс. руб, что значительно ниже средней ЗП по региону. Для Ханты-Мансийского автономного округа средняя заработная плата для специалиста по ОТ на 15 декабря 2021 г. равна 50 940 руб. Помимо этого, как Нефтеюганске, так и по всему региону присутствуют и другие организации, где услуги специалиста по ОТ более оплачиваемы [3];

– в качестве третьего минуса можно обозначить то, что из-за низкой заработной платы для специалистов по ОТ на объект не будут трудоустраиваться более опытные специалисты.

Таким образом, основной целью охраны труда на промышленной базе ООО «Вектор» г. Нефтеюганска является создание безопасных условий для обеспечения наиболее эффективной деятельности работников. Применяемая ими система объединяет в себе разноплановые мероприятия, благодаря которым предприятие может полностью функционировать и осуществлять свою деятельность без ущерба здоровью работников.

В качестве основных рекомендаций по улучшению эффективности ОТ и исправлению имеющихся недостатков можно предложить следующие:

– организовывать ежегодное обучение по ОТ, для того чтобы работники постоянно обновляли свои знания в этой области и лучше понимали ее нюансы;

– проведение профилактических бесед с работниками. Цель данного мероприятия – подчеркнуть важность выполнения требований ОТ, а также проинформировать о возможных последствиях несоблюдения данных мер;

– предоставлять более привлекательные условия для специалистов (сбалансированная рабочая нагрузка, материальная или нематериальная мотивация в виде различных бонусов и премий);

– улучшение отношения сотрудников компании к системе ОТ, за счет стимулирования добросовестных работников путем начисления дополнительного денежного вознаграждения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование охраны труда и системы управления охраной труда на производственном объекте ООО «Вектор» г. Нефтеюганск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://conf.tusur.ru/#/reports/46/27082>, закрытый (дата обращения: 20.02.2022).
2. Человеческий фактор – ключевой фактор безопасного труда. Психологические аспекты трудовой деятельности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://vuzlit.ru/115851/psihologicheskie\\_aspekty\\_trudovoy\\_deyatelnosti](https://vuzlit.ru/115851/psihologicheskie_aspekty_trudovoy_deyatelnosti), свободный (дата обращения: 20.02.2022).
3. Статистика зарплат специалистов по охране труда в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russia.trud.com/salary/692/78673.html>, свободный (дата обращения: 20.02.2022).

УДК 331.452

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ В 2022 Г.

*Е.О. Кандрашова, студентка каф. РЭТЭМ*

*Научный руководитель С.А. Полякова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.  
г. Томск, ТУСУР, kandrashova.ekaterina@mail.ru*

Охрана труда сейчас имеет большое значение. К сожалению, из-за того, что работодатели пробуют с наименьшими затратами времени и финансов извлечь наибольшее количество прибыли из своих предприятий. Поэтому иногда уделяется недостаточно внимания требованиям безопасности труда, а в некоторых случаях они вовсе игнорируются. Принимая во внимание это и возросший уровень техногенеза, вопрос регулирования охраны труда становится одним из важных для государства и общества. Представлен анализ приказа Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2021 № 796, также перечислен порядок реализации мероприятий по управлению профессиональными рисками.

**Ключевые слова:** охрана труда, развитие техногенеза, профессиональные риски, система управления охраной труда, рекомендации, методы оценки профессиональных рисков, работодатель.

На протяжении последних лет у нас в стране интенсивно рассматриваются нормативно-правовые документы в области системы управления охраной труда. Вот поэтому данная тема не утрачивает своей актуальности, особенно сегодня, когда потребность в безопасности труда растет с каждым днем.

28.12.2021 г. из указа Минтруда России № 926 мы узнали о том, что с 01.03.2022 г. в систему управления службой охраны труда внед-

ряется управление профрисками. В данном указе Минтруд подготовил советы по выбору методов оценки и снижению уровней рисков. Эти советы содержат аспекты, рекомендуемые работодателю в момент выбора способов оценки уровней профрисков, их короткое описание, а также описание процесса анализа профрисков и образцы оценочных средств.

Работодатель также имеет право создать свой способ оценки уровня профрисков, опираясь на специфику своей деятельности.

Согласно ст. 214 ТК РФ (редакция которой начнет действовать 01.03.2022), работодатель обязан обеспечить систематическое выявление опасностей и профрисков, их постоянный анализ и оценку. Чтобы достичь желаемого результата, нужна гибкая, адаптационная и самонастраивающаяся модель управления в области охраны труда. К такой относится система управления охраной труда (СУОТ) – сложный комплекс мер, направленных на снижение травматизма в организации и управлении рисками.

В строгом соответствии со ст. 212 ТК РФ работодатель должен обеспечить создание и функционирование СУОТ в своей организации.

Организовывая процедуры управления профрисками, работодатель определяет собственный порядок реализации следующих мероприятий:

- выявление угроз и опасностей;
- оценка уровней профрисков;
- исключение либо понижение уровней профрисков.

Для выполнения данных мероприятия существует система управления профрисками (СУПР), она включает в себя такие элементы:

- планирование работ по управлению профрисками;
- процедуры СУПР;
- контроль функционирования СУПР;
- анализ эффективности функционирования СУОТ со стороны работодателя и его представителей.

Все это направлено на:

- сокращение числа работников, пострадавших либо погибших в результате несчастных случаев;
- на понижение количества работников, трудящихся в условиях, не отвечающих необходимым нормам;
- на сокращение числа организаций (в особенности промышленных предприятий), не отвечающих требованиям охраны труда.

Успешное применение системы управления профрисками напрямую зависит от возможности работодателя и его организации воплотить принятые решения в области охраны труда.

Очень важно, чтобы система управления профессиональными рисками учитывала активную связь работодателя с работниками и другими заинтересованными лицами в отношении улучшения условий труда и сохранения здоровья работников.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Управление профессиональными рисками: меняющийся мир – новые подходы к управлению [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clubtk.ru/upravlenie-professionalnymi-riskami-menyayushchiysya-mir-novye-podkhody-k-upravleniyu>, свободный (дата обращения: 16.02.2022).

2. Рекомендации по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_406016/f88c3dad9920e0e07f06d712b97ac17a9f91c472/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_406016/f88c3dad9920e0e07f06d712b97ac17a9f91c472/), свободный (дата обращения: 16.02.2022).

3. Управление профессиональными рисками и обеспечение безопасных условий труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.protrud.com/обучение/учебный-курс/управление-профессиональными-рисками/>, (дата обращения: 16.02.2022).

4. Трудовой кодекс Российской Федерации. от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 22.11.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.11.2021).

УДК 331.45

### ОБЗОР ПРЕДПОСЫЛОК И ИЗМЕНЕНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА

*А.С. Канисеев, аспирант каф. РЭТЭМ;*

*К.Б. Казакова, аспирантка каф. АОИ*

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

*г. Томск, ТУСУР, kaniseev-artiom@yandex.ru*

Рассмотрены основные предпосылки изменения законодательства в области охраны труда в 2022 г. В работе приводится описание и анализ основных изменений нормативно-правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда.

**Ключевые слова:** регуляторная гильотина, охрана труда, законодательство, изменение, предпосылка, производственный травматизм, нормативные требования, безопасность труда.

В Российской Федерации со стороны органов государственного управления безопасности труда работников компаний, зарегистрированных на территории страны, уделяется значительное внимание. Государственное управление охраной труда реализуется через систему государственных нормативно-правовых актов, которым присущи преемственная сменяемость и обновления. Так, на 1 марта 2022 г. за-

планировано широкое обновление законодательства в области охраны труда.

Рассмотрим основные предпосылки нововведений в законодательное обеспечение охраны труда:

– Реализация проекта регуляторной гильотины. В рамках данного проекта уже осуществлено упразднение документов, содержащих устаревшие или избыточные требования, а также продолжается работа по обновлению действующих нормативно-правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда.

– Острая необходимость снижения уровня производственного травматизма, а также частоты возникновения профессиональных патологий.

– Усиление государственного контроля за деятельностью тех организаций, в производственном цикле которых зарегистрировано наличие вредных и/или опасных производственных факторов.

– Предотвращение сокрытий опасных условий и действий, результатом которых являются микротравмы.

В соответствии с Законом от 02.07.2021 г. №331-ФЗ, с 1 марта 2022 г. в силу вступает новая редакция X раздела Трудового кодекса (ТК) РФ, которая вводит новые понятия, права, обязанности и запреты для участников трудовых отношений [1].

Так, в новой редакции раздела вводится термин «опасность», расширенная трактовка термина «рабочее место» (теперь это не только локация для труда, но и место, отвечающее установленным нормативным требованиям), а также введена ст. 209.1, в которой сформулированы основные принципы обеспечения безопасных условий труда, в которых акцент сделан на предупреждение опасностей и создание превентивно-профилактической модели обеспечения безопасности труда [там же].

В ст. 214.1 устанавливается прямой запрет на производство работ в опасных условиях труда (4-й класс условий труда). Возобновить работы на таких рабочих местах можно только после устранения причины отнесения рабочего места к 4-му классу и после проведения повторной специальной оценки условий труда (СОУТ), в которой будет дано подтверждение снижения уровня опасности [1, 2].

В соответствии с новым абзацем ст. 76 ТК РФ, работодателю запрещено допускать к производству работ работников, которые не применяют выданные им средства индивидуальной защиты (СИЗ). Другими словами, работодатель вправе отстранить работника от производства работ без сохранения заработной платы. Однако данное положение действует только в отношении работ во вредных и/или

опасных условиях труда, в особых температурных режимах и при условии, что работодатель обеспечил работников необходимыми СИЗ [1].

Обеспечение СИЗ так же претерпело изменение. Взамен типовых отраслевых норм обеспечения работников СИЗ в обиход введены единые типовые нормы обеспечения СИЗ, на основании которых работодатель с учетом результатов СОУТ разрабатывает и вводит локальные нормы бесплатной выдачи СИЗ (ст. 221 ТК РФ) [там же].

В соответствии со ст. 214 ТК РФ обязанности работодателя расширены обязанностью обучать работников правильно применять СИЗ, а работники, не прошедшие обучение, не могут быть допущены к производству работ [там же].

Минтруд России подготовил новый примерный перечень мероприятий по предотвращению травматизма работников, осуществляющих работу на территории иного лица, данные мероприятия работодателю необходимо организовать перед началом работ в соответствии со ст. 214 ТК РФ [1, 3].

С 1 марта 2022 г. в ст. 226 ТК РФ введено определение «микроразрыв (микротравма)». Работодатель обязан вести учет и расследование обстоятельств получения микроразрывов работником, основанием для учета и расследования обстоятельств получения микротравмы является обращение работника к непосредственному или вышестоящему руководителю, работодателю или его представителю. Минтруд России также разработал и издал приказ, который содержит в себе рекомендации по учету микроразрывов работников [1, 4].

Изменения, введенные с 1 марта 2022 г., также коснутся и работы служб охраны труда, повысят степень самостоятельности работодателя в вопросах охраны труда, добавят работодателю право на «самообследование», инициируется информатизация процессов СОУТ, а также вступают в силу новые положения о государственных проверках работодателей. Каждое из требований, введенных или измененных с 1 марта 2022 г., также будет детализировано в подзаконных актах Минтруда России.

Перечисленные в данной работе изменения законодательства далеко не исчерпывающие, однако, уже из них видна тенденция перехода к превентивной риск-ориентированной модели управления безопасностью труда с высокой степенью самоанализа работодателем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием ФЗ «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации»: ФЗ от

02.07.2021 № 331-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389015/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389015/) (дата обращения: 07.03.2022).

2. Об утверждении общих требований к организации безопасного рабочего места: приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 774н [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/2218> (дата обращения: 06.03.2022).

3. Об утверждении примерного перечня мероприятий по предотвращению случаев повреждения здоровья работников (при производстве работ (оказании услуг) на территории, находящейся под контролем другого работодателя (иного лица): приказ Минтруда России от 22.09.2021 № 656н [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/2186> (дата обращения: 06.03.2022).

4. Об утверждении рекомендаций по учету микроповреждений (микротравм) работников: приказ Минтруда России от 15.09.2021 №632н [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/2223> (дата обращения: 07.03.2022).

УДК 52-424

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ СТОЛКНОВЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С КОСМИЧЕСКИМ МУСОРОМ**

*А.С. Кононенко, студент каф. РЭТЭМ*

*Научный руководитель В.М. Захаров, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.  
г. Томск, ТУСУР, [sanya\\_kononenko99@mail.ru](mailto:sanya_kononenko99@mail.ru)*

Производится построение модели «черный ящик» и используется метод графов для определения точного взаимодействия космического мусора с космическим аппаратом и моделирование последствий такого взаимодействия.

**Ключевые слова:** космический мусор, черный ящик, модель графов.

Космический мусор – объекты космического и антропогенного происхождения. Под космическим мусором подразумеваются все объекты на околоземных орбитах, кроме спутников и МКС. Для простоты понимания следует разделить мусор на две категории.

**К первой категории** можно отнести большие объекты, которые могут наблюдаться с Земли современными радиолокационными или оптическими средствами, их характерный размер не менее 10 см. Большинство таких объектов каталогизировано и отслеживается национальными средствами контроля воздушного и космического пространства. Количество их мало среди общего числа объектов кос-

мического мусора, однако их содержание на три порядка больше относительно содержания таких объектов в естественных метеорных потоках.

**Ко второй категории** относятся объекты гораздо меньших размеров, не наблюдаемые с Земли. Таких фрагментов значительно больше в околоземном космическом пространстве. Число таких фрагментов оценивается в 20 000 (что составляет 0,5% от всего имеющегося количества техногенных фрагментов). Наличие большого числа мелких ненаблюдаемых фрагментов подтверждается, во-первых, наземными испытаниями по фрагментации и найденными функциями распределения фрагментов по размерам, а во-вторых, результатами статистического анализа характера повреждения поверхностей, долгое время экспонировавшихся на орбите [1, 2].

За космические аппараты будут браться спутники и международная космическая станция (МКС), как и в случае с космическим мусором в целях упрощения работы будут браться «условные».

Построение модели «чёрный ящик» проводится, отталкиваясь от вышесказанного, в качестве объекта моделирования представлен космический аппарат. На вход подается один критерий со своими параметрами – космический мусор (скорость; размер). Общий вид модели представлен на рис. 1.



Рис. 1. Модель «чёрный ящик» для космического аппарата

В качестве выхода будет столкновение, которое имеет два исхода:

1) уничтожение;

- обломки (мелкие частицы, крупные частицы);

2) повреждение противометеоритной защиты, с формированием мелких частиц.

Была построена конкретно такая модель, потому что она необычная, она цикличная при более вероятном столкновении. Дело в том, что на выходе у нас имеются мелкие частицы, а, как известно, именно они и несут большую опасность, поскольку не наблюдаются с Земли. В итоге получается, что ненаблюдаемый мелкий мусор при столкновении с космическим аппаратом производит массу новых обломков, которые с большой вероятностью продолжают дело своего «прародителя».

Итак, имея модель «черный ящик», о внутренних механизмах взаимодействия между входными и выходными показателями что-то сказать очень сложно, поскольку модель выглядит очень просто.

Но о внутренних механизмах все же можно узнать, в этом поможет метод графов; реализуя данный метод, мы можем установить взаимосвязи между всеми известными показателями. Построение графа показано на рис. 2.

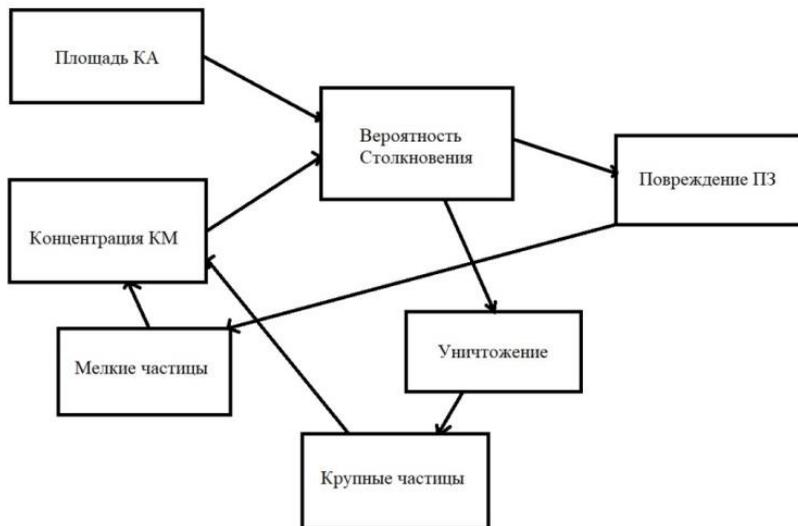


Рис. 2. Модель «граф»

Таким образом, отталкиваясь от построенных моделей, можно сделать следующие выводы: космический мусор взаимодействует с активными аппаратами путем столкновений частиц с конструкцией. Последствия подобных столкновений могут быть различными. Большие фрагменты космического мусора при столкновениях наносят аппаратам большой вред. В частности, они могут полностью разрушить конструкцию. Более мелкие частицы также наносят определенный ущерб космическому аппарату. Причем нельзя сказать, что этот ущерб будет меньше, чем в случае столкновения с крупными фрагментами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Оголев А.В., Морозов С.В. Анализ засорённости околоземного космического пространства объектами техногенного происхождения и их влияние на функционирование космических аппаратов // Сб. матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участием «Космический мусор: фундаментальные и практические аспекты угрозы». – 2019. – С. 15–19.

2. Левкина П.А., Бахтигараев Н.С., Чазов В.В. Характеристики мало-размерных фрагментов космического мусора по данным поисковых наблюдений // Сб. матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участием «Космический мусор: фундаментальные и практические аспекты угрозы». – 2019. – С. 90–94.

УДК 58.035

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ МЯТЫ ПОД ЛАМПАМИ РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА**

*А.Е. Лунина, студентка каф. РЭТЭМ*

*Научный руководитель Е.Г. Незнамова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.  
г. Томск, ТУСУР, nastya.lunina.00.00@mail.ru*

Исследуется влияние искусственных источников освещения различного спектрального состава на развитие высоты стебля, ширину и длину листьев мяты.

**Ключевые слова:** растение, спектр, светодиоды, мята.

Актуальность исследования заключается в возможности выращивания лечебного растения в домашних условиях.

На данный момент направление по выращиванию растений в закрытом грунте в помещениях активно развивается. Так как светодиоды являются более эффективными, им отдают предпочтение при выращивании растений. Они являются хорошей заменой естественного освещения, но только при правильном подборе характеристик искусственных световых приборов. Данные исследования позволяют разработать технологию искусственного освещения для выращивания растений в домашних условиях.

Мяту выращивают в промышленных масштабах, что неудивительно, учитывая богатый исторический опыт её применения, количество болезней, при которых она помогает, и число полезных веществ в составе [1].

Целью исследования – изучить влияние спектров света на рост и развитие растений и на основании полученных результатов создать технологию искусственного освещения для выращивания растений в домашних условиях.

Объектом исследования в работе является группа растений перенной мяты.

Методика исследований заключалась в проведении эксперимента по выращиванию растений и наблюдению за ними. Для этого мяту черенковали. При нарезании черенка со стебля срезают верхнюю

часть. Затем заготовки ставят в воду и помещают в теплое и хорошо освещенное место. После того как на черенке произойдет образование корешков, его пересаживают в подготовленное место [2]. В течение 19 дней проводилось наблюдение за развитием растений.

В данном эксперименте растения были поделены на три группы. В первой группе были две емкости с мятой, в качестве освещения использовались светодиодные ленты с визуальным синим и красным цветом. Преобладающая длина волны равнялась 680 нм.

Во второй группе были две емкости с мятой, в качестве искусственного освещения использовались светодиодные ленты с визуальным белым цветом. Преобладающей длиной волны в данных лентах была 480 нм. Коррелированная цветовая температура равна 8242 К.

Освещенность обеих групп была равна 2330 лк. Фотофизические характеристики искусственного освещения были получены с помощью спектроколориметра ТКА ВД/01.

Средняя освещенность контрольной группы (КТ) без досветки в течение дня в среднем составляла 1250 лк.

Результаты эксперимента приведены в таблице.

**Средние значения морфологических показателей мяты**

Число, октябрь 2021 г.	Длина стебля			Длина листа			Ширина листа		
	КТ	№ 1	№ 2	КТ	№ 1	№ 2	КТ	№ 1	№ 2
11	75±9	76±9,4	77,5±1,5	5,8±1	6±0,9	6±1,9	5,5±1,2	5,3±1,6	6,5±0,9
14	79±8,3	80±9,5	80±1,6	8,9±1,1	10±0,6	9,75±1,7	7,3±2,1	8,5±1,1	9,5±0,7
17	92±4,7	91±10	89,5±2,5	10,8±2	11,3±4,5	11±2,6	9,8±0,9	10±2,7	11,5±1
21	98±11	112,5±12,5	125±8,8	12,9±0,9	13±3,5	14,9±2,6	11,5±3	13,5±2,7	14±0,8
23	121±15	140±16,5	127,5±9,3	16±3,2	16,6±5,2	28,3±7,9	15,2±2,7	16,1±3,3	17,5±1,3
25	138±16,7	155±14,5	132,5±9	22±4,9	23,8±7,3	30,5±7,7	17,6±1,8	18,5±2,7	20,8±1,4
27	148±6,7	159±14	149±8,5	25,3±3,1	26±6,4	32,2±7,3	19,6±1	20,1±1,9	21,6±5,4
30	154±8,3	168±11,8	157,5±1,3	27,2±2,3	26,3±6,2	30,7±8	20±2,1	20,2±2,7	22,5±1,2

По результатам эксперимента выяснилось, что наибольшая длина стебля была у первой группы, стоявшей под светодиодными лентами с визуальным синим и красным цветом. Это дает понять, что освещение данной светодиодной ленты сильнее влияет на вытягивание стебля.

Наибольший размер ширины и длины листьев был у второй группы, которая стояла под светодиодными лентами с визуальным белым цветом. Из этого можно сделать вывод, что освещение данной ленты наилучшим образом повлияло на рост и размер листьев.

У контрольной группы все показатели были на среднем уровне.

Таким образом, можно сказать, что при одинаковом показателе освещенности основную роль играет спектральный состав. Высокая интенсивность синего спектра вместе с другими волнами во второй

группе оказали большее влияние на развитие листьев, а освещение красного и синего спектра в первой группе способствовало вытягиванию стебля.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мята [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edaplus.info/directory-herbs/mint.html> (дата обращения: 05.03.2022).

2. Мята: правила посадки и ухода за душистым растением в открытом грунте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://tutknow.ru/garden\\_and\\_orchard/14141-myata-pravila-posadki-i-uhoda-za-dushistym-rasteniem-v-otkrytom-grunte.html](https://tutknow.ru/garden_and_orchard/14141-myata-pravila-posadki-i-uhoda-za-dushistym-rasteniem-v-otkrytom-grunte.html) (дата обращения: 04.03.2022).

УДК 502:37

### **ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ (8–11-Е КЛАССЫ) В РАМКАХ СОВРЕМЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

*Н.Д. Меркулов, студент каф. РЭТЭМ*

*Научный руководитель Н.Н. Несмелова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.  
г. Томск, ТУСУР, [nikolai.merkulov2000@yandex.ru](mailto:nikolai.merkulov2000@yandex.ru)*

Кратко характеризуются особенности формирования экологической культуры обучающихся согласно Федеральным государственным стандартам основного общего и среднего образования второго поколения. Представлены результаты социологического исследования, характеризующего некоторые показатели экологической культуры старшеклассников г. Томска и Томской области, их отношение к экологическим проблемам, мировоззренческие установки, особенности экологического сознания, отношение к экологически ориентированной деятельности.

**Ключевые слова:** экологическая культура, экологическое сознание, эколого-ориентированная деятельность.

Исследуя взаимоотношения в системе человек – природа, ученые, например Н.Н. Моисеев, В.А. Ясвин, приходят к выводу, что экологический кризис на современном этапе развития общества является мировоззренческим, философско-идеологическим. А.Г. Карташев считает, что современное развитие человечества невозможно без экологизации основных социальных компонентов [2]. В статьях, посвященных формированию экологической культуры населения, термин «экологическая культура» употребляется как понятие интегративное, включающее экологическое сознание, мышление, экологические цен-

ности, а также практическую деятельность, направленную на природосбережение [1, 3, 7].

В Стратегии национальной безопасности Российской Федерации 2021 г. предполагается через повышение уровня экологического образования и экологической культуры граждан решить проблемы рационального природосбережения [4]. Образование как социальный институт позволяет сформировать целостную систему экологических компетенций, соединить ценностные и поведенческие установки в отношении окружающей среды [3]. Основой учебно-воспитательного процесса являются Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (ФГОС) 2010 г. и Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (ФГОС) 2012 г., в которых одним из приоритетных направлений развития личности указано формирование экологической культуры обучающегося [5, 6]. Итогом учебно-воспитательной работы должна стать сформированная экологическая культура выпускника, соответствующая современному научному уровню развития экологии. Результаты учебно-воспитательной деятельности в данном направлении неочевидны, поэтому появляется необходимость проведения исследования экологической культуры старшеклассников через отношение к экологическим проблемам общества.

Цель работы: исследовать особенности формирования экологической культуры учеников 8–11-х классов г. Томска и Томской области, обучающихся в рамках ФГОС основного общего и среднего образования второго поколения.

Задачи работы:

1. Проанализировать литературу и нормативно-правовую базу, посвященную особенностям формирования экологической культуры обучающихся.

2. Разработать анкету об особенностях формирования экологической культуры обучающихся и провести анкетирование в 8–11-х классах г. Томска и Томской области.

3. Составить аналитический отчет по результатам исследования.

Исследования формирования уровня экологической культуры молодежи, проведенные в разных населенных пунктах нашей страны и за рубежом в 2017–2020 гг., позволяют сделать вывод о том, что в молодежной среде формируются экологические ценности, но большая часть молодых людей не применяют свои экологические знания и умения в повседневной практической деятельности. Исходя из вышеуказанных исследований, в данной работе рассматривалась следующая гипотеза: в результате целенаправленной педагогической работы

согласно ФГОС второго поколения у старшеклассников формируются основы экологической культуры, но самостоятельная активная экологически-ориентированная деятельность школьников нуждается в организационной поддержке взрослых.

Основным методом работы был избран эмпирический метод исследования – анкетирование. В исследовании приняли участие 330 обучающихся: 303 – проживающих в городе и 27 – проживающих в селе. В работе был проведен анализ и оценка сформированности экологической культуры старшеклассников г. Томска и Томской области, обучающихся в рамках действующих ФГОС.

Согласно полученным результатам, проблемы окружающей среды среди одиннадцати проблем общества по важности оказались на третьем месте (примерно 8,5%), что существенно ниже лидеров опроса, отражающих социальные проблемы семьи и общества: «рост цен и инфляция», «низкий размер заработной платы» (примерно 48,8%). Постоянного устойчивого интереса к экологической тематике не наблюдается: смотрят новости или читают на данную тему чуть более 40% опрошенных. Школа создает условия для формирования экологической культуры обучающихся: 64,2 % знают о проводимых в образовательном учреждении экологических мероприятиях, более 60% принимают участие в них. За пределами школы участвует в экологических мероприятиях примерно половина старшеклассников. Большинство старшеклассников воспринимают экологическую ситуацию с осторожным оптимизмом, считая, что время на решение экологических проблем ещё есть (примерно 71,5%). Высок показатель индивидуальной ответственности за сохранение окружающей природы: более половины опрошенных (54,8%) считают, что ответственность за решение экологических проблем в нашей стране лежит «на каждом из нас», а 69% уверены, что каждый человек может заботиться об улучшении экологии.

Старшеклассники из списка мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации, выбирали: раздельный сбор мусора (44,5%), готовность отказаться от продукции, которая загрязняет природу (42,4%), участие в экологических акциях и мероприятиях (36,7%). Примерно четверть всех респондентов продемонстрировали желание повышать уровень своего экологического знания. Анкетированные не всегда реализуют свою готовность что-либо сделать для сохранения природы на практике: количество ответов «ничего не делаю» (37%) увеличилось по сравнению с ответом «не готов что-либо делать» (10,3%).

Таким образом, можно выявить особенности формирования экологической культуры учеников 8–11-х классов г. Томска и Томской области, обучающихся в рамках ФГОС второго поколения. Экологические проблемы не занимают первостепенного места в сознании школьников, уступая по значимости социально-экономическим проблемам, но являются значимыми для них. Представление о ценности природы, о личной ответственности за сохранение окружающей среды у старшеклассников доминирует, большая часть обучающихся демонстрирует активную эколого-ориентированную жизненную позицию. Учебно-воспитательная деятельность, направленная на формирование и развитие экологической культуры личности обучающихся в рамках ФГОС основного общего и среднего образования второго поколения, выполняет поставленные задачи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зарипова Р.С. Основы экологической культуры: учеб. пособие для вузов / Р.С. Зарипова, В.Р. Махубрахманова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/467778> (дата обращения: 01.11.2021).

2. Карташев А.Г. Социальная экология человека: учеб. пособие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1859/download> (дата обращения: 01.11.2021).

3. Коркия Е.Д., Курбанов А.Р., Мамедов А.К. Концепт экологической культуры: «пределы роста» или резервы для развития // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21, № 6. – С. 58–63.

4. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389271/61a97f7ab0f2f3757fe034d11011c763bc2e593f/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/61a97f7ab0f2f3757fe034d11011c763bc2e593f/) (дата обращения: 01.11.2021).

5. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902254916> (дата обращения: 01.11.2021).

6. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902350579> (дата обращения: 01.11.2021)

7. Ясвин В.А. Формирование экологической культуры не сводится к экологическому образованию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ecopolicy.ru/upload/File/Bull\\_34ru.pdf](http://www.ecopolicy.ru/upload/File/Bull_34ru.pdf) (дата обращения: 01.11.2021).

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНСЕКТИЦИДНОГО УСТРОЙСТВА  
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА  
НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

***Т.С. Михальченко, студент каф. РЭТЭМ***

*Научный руководитель В.С. Солдаткин, доцент каф. РЭТЭМ, к.т.н.  
г. Томск, ТУСУР, t.mikhalchenko@bk.ru*

Выполнен аналитический обзор по применению инсектицидных устройств на территории производства. Проведены исследования влияния УФ-излучения на насекомых.

**Ключевые слова:** производство, инсектицид, условия труда, излучение.

Насекомые являются переносчиками различных заболеваний, а также доставляют неудобство в рабочем процессе. По результатам данных известно, что в связи с этим увеличивается количество законодательных актов, которые обязывают производить дезинсекцию на производственных точках.

Целью работы является изучение воздействий ультрафиолетового излучения диодов на организм человека на производстве, а также провести аналитический обзор по применению инсектицидных устройств на производстве.

Задачи:

- аналитический обзор современной научной литературы о влиянии УФ-излучения на организм человека;
- провести аналитический обзор по применению инсектицидных устройств на производстве;
- провести анализ полученных результатов исследований.

Незначительное биологическое действие оказывают УФ-излучения с длиной волны от 400 до 315 нм. Сильное кожное и антирахитическое действие оказывают ультрафиолетовые излучения с длиной волны 315–280 нм. Особенно большой активностью обладает излучение с длиной волн 280–200 нм (бактерицидное действие, способность активно воздействовать на тканевые белки и липоиды, а также вызывать гемолиз).

Обладающей биологической активностью в производственных условиях имеет воздействие ультрафиолетовых лучей с длиной волны от 36 до 220 нм.

Сложный характер влияния на организм ультрафиолетовых лучей – относительно мало проникают через кожу и их биологически дей-

ствуют. Это непосредственно связано с развитием многих нейрогуморальных процессов.

Благоприятное влияние ультрафиолетовых излучений непосредственно имеет принцип болеутоляющего, т.е. действует на понижение возбудимости чувствительных нервов. Также происходит обмен витамина D, понижение кровяного давления, расширение сосудов кожи.

Изменяется иммунобиологическая реактивность организма. Стимулирует выработку антител, повышает фагоцитоз, тонизирует ретикулоэндотелиальную систему. Необходимо соблюдение ПДК.

Индивидуальные предприниматели и юридические лица обязаны соблюдать санитарные правила (СанПиН 3.5.2.3472-17). Уполномоченный орган проводит контроль за выполнением санитарных правил

То есть, для качественных и безопасных условий рабочего процесса и выпускаемой продукции необходимо проводить истребительные мероприятия по дезинфекции не менее двух раз в месяц. Рекомендуется проводить на предприятии программу Пест-контроль. Многие предприятия ставят на своих точках инсектицидные установки для профилактических целей и предотвращению размножения летающих и ползающих насекомых.

Существует множество способов по уничтожению вредных насекомых, например такие, как химический, биологический, физический, механический и комбинаторный. В настоящее время более актуальным методом уничтожения является биологический и механический.

Используемые инсектицидные ловушки на объекте не оказывают никакого влияния на организм человека и животных поскольку УФ излучения присутствуют в природном солнечном свете. В большинстве устройств установлены газоразрядные лампы, которые вырабатывают озон. Он вреден для людей и животных, поэтому их необходимо устанавливать в отдаленной незакрытой местности. А также в выпускаемом продукте находятся сетки под напряжением, что является небезопасным в эксплуатации.

Также в установках используются лампы с длиной волны в 395-400 нм. Данный сектор входит в видимый радиус излучения – он видимый для человеческого глаза, и вреден для глаз при длительном нахождении вблизи.

**Заключение.** Проведен анализ влияния ультрафиолетовых излучений на организм человека. Выявлен сложный характер влияния на организм ультрафиолетовых лучей: относительно мало проникают через кожу и биологически действуют, а также оказывают благоприятное влияние на организм человека, если концентрация не превышает предельно допустимых условий.

Выявлено увеличение количества законодательных актов, которые обязывают производить дезинсекцию на производственных точках. Необходимо проводить истребительные мероприятия по дезинфекции не менее 2 раз в месяц. Также компании устанавливают на своих производственных точках инсектицидные облучатели в профилактических целях. Но недостатком является то, что в таких установках используются газоразрядные лампы и сетки под напряжением.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Михальченко Т.С., Шардина А.О., Юлдашова Л.Ш., Солдаткин В.С. Влияние ультрафиолетового излучения на микроорганизмы в водной среде // Электронные средства и системы управления: матер. докл. XV Междунар. науч.-практ. конф., 20–22 ноября 2019 г.: в 2 ч. – Ч. 2. – Томск: В-Спектр, 2019. – С. 24–26 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://storage.tu-surg.ru/files/133547/essu-19-part-2new.pdf> (дата обращения: 12.10.2020).

2. Патент на изобрет. № 2671096 С2. Опубл. 29.10.2018 г., Бюл. № 31. Осветительная система для борьбы с насекомыми.

3. <https://ultrafiiolet.guru/uv-dlja-rastenij-i-zhivotnyh/insekticidnye-lampy/> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200030883> (дата обращения: 03.03.2022).

УДК 550.8.05

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

*А.А. Нестеркина, студентка каф. РЭТЭМ*

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

*Проект ГПО РЭТЭМ-2205. Анализ результатов мониторинга  
по целям устойчивого развития*

*г. Томск, ТУСУР, lis.nester11041@gmail.com*

Обоснована практическая значимость применения ГИС в экологии. Проведен анализ открытых данных. Получены линейные регрессии по некоторым социальным и медицинским признакам.

**Ключевые слова:** экология, система ГИС, информационные технологии в решении экологических проблем, проблемы экологии.

Постепенное приближение индустрии 4.0 подразумевает под собой постоянное проведение анализа данных. Благодаря развитию информационных технологий работа с данными становится проще. Создание специализированного ПО позволяет целенаправленно эксплуатировать разнообразный инструментарий и проводить разного рода исследования, автоматизация анализа информации значительно упро-

щает процесс обработки данных. Настоящая работа описывает внедрение ГИС в экологические исследования, а также обосновывает практическое применение такого рода ПО.

На сегодняшний день на рынке ПО можно встретить различные предложения ГИС, например, QGIS, MapInfo, GRASS GIS и GeoDa. Инструментарии имеют отличия, однако все представленные ПО позволяют собирать, накапливать и обрабатывать информацию.

Экология исследует сложные взаимосвязи в природе, является наукой о взаимоотношениях живого вещества с органикой и неорганикой. Чтобы иметь научные доказательства наличия или отсутствия взаимосвязи, проводится статистический анализ, что и позволяет сделать современное ГИС ПО.

Важным направлением работы экологов является анализ состояния окружающей среды (ОС) и ее взаимосвязь с состоянием здоровья человека. В эту область знаний также может входить медицинская экология, изучающая воздействие ОС на здоровье населения, и урбанистическая экология, изучающая городскую среду обитания и ее влияние на психологию, психопатологию и поведение человека.

Для демонстрации некоторых инструментов GeoDa мною был произведен анализ данных, взятых из открытых источников [1]. База загруженных в GeoDa данных включает в себя показатели здоровья населения (например, роды в подростковом возрасте) и социальные признаки (незанятость, иждивенчество, отсутствие среднего образования и т.п.) населения г. Чикаго (2005–2011 гг.).

Для исследования мною были взяты два элемента возможной взаимосвязи: роды в подростковом возрасте и незанятое население (рис. 1).

На диаграмме рассеяния (см. рис. 1) автоматически построена линия регрессии. Уровни значимости «р value a» и «р value b» меньше 0,05, нулевая гипотеза отвергается. Коэффициент детерминации  $R^2$  больше 0,5 по модулю, значит, связь признака  $Y$  с фактором  $X$  достаточно тесная. Уровни значимости «р value a» и «р value b» меньше 0,05, нулевая гипотеза отвергается, качество регрессионной модели достаточно высокое.

Также была изучена взаимосвязь между отсутствием среднего образования и доходом на душу населения (рис. 2).

На диаграмме рассеяния (см. рис. 2) отображена линейная регрессия со сглаживающей функцией LOWESS. Коэффициент детерминации равен 0,5, а уровни значимости очень малы, что также свидетельствует о связи двух исследуемых признаков.

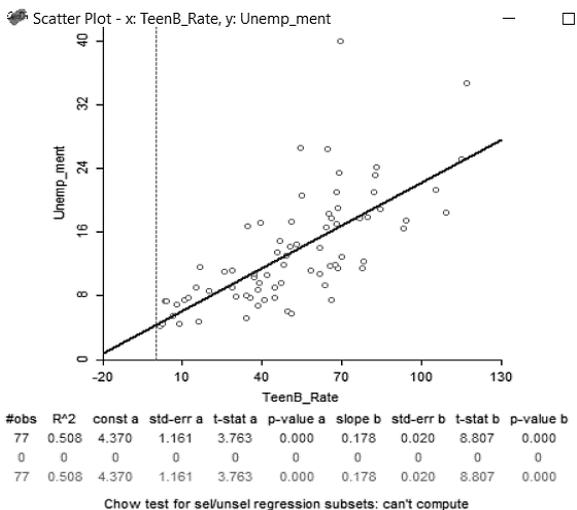


Рис. 1. Диаграмма рассеяния: по оси  $X$  – роды в подростковом возрасте (на 1000 женщин в возрасте от 15 до 19 лет); по оси  $Y$  – незанятое население (% людей от всего населения в возрасте от 16 лет и старше)

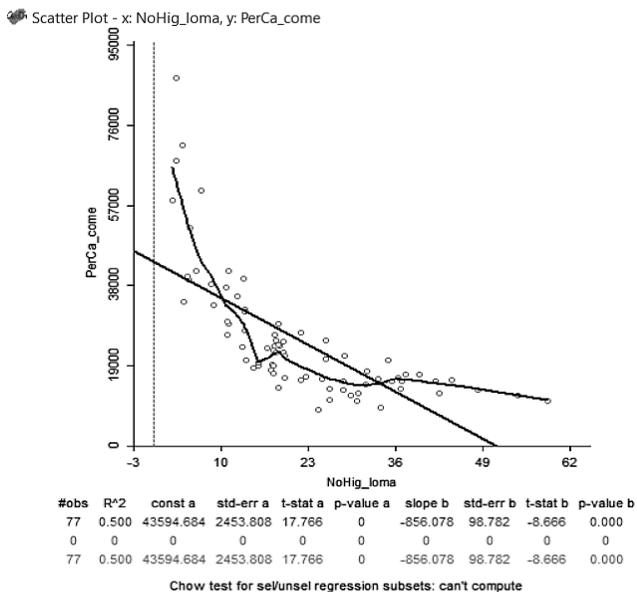


Рис. 2. Диаграмма рассеяния: по оси  $X$  – отсутствие среднего образования (% людей от всего населения в возрасте от 25 лет и старше), по оси  $Y$  – доход на душу населения (скорректированный на 2011 г. в долларах)

Подобного рода анализ можно проводить в экологических исследованиях. Современные ГИС позволяют автоматизировать процесс обработки данных и изучить различные связи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Chicago Health Indicators (2005–11). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geodacenter.github.io/data-and-lab/healthindicators-variables/>, свободный (дата обращения: 07.03.2022).

УДК 574.24

### ВЛИЯНИЕ МИКРОПЛАСТИКА НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ АКВАРИУМНЫХ РЫБ

*Е.И. Нижевич, студентка; А.П. Шкаруно, ст. преп. каф. РЭТЭМ*

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

*г. Томск, ТУСУР, [ekaterinanizevic@gmail.com](mailto:ekaterinanizevic@gmail.com)*

Представлены результаты исследования влияния микропластика на выживаемость аквариумных рыб. Установлен кумулятивный эффект микропластика.

**Ключевые слова:** рыбы, биоиндикация, микропластик.

Большое распространение микропластика и его применение приводит к загрязнению водной среды. Частицы микропластика оказывают негативное влияние на выживаемость рыб [1]. Микропластик представляет собой мелкие частицы пластика длиной до 5 мм. Микропластик попадает в экосистемы из различных источников, может образовываться вследствие разрушения более крупных пластиковых частиц, загрязнение микропластиком является стойким и имеет синтетическое происхождение [2]. Актуальными являются исследования о влиянии частиц и вытяжки микропластика на выживаемость аквариумных рыб.

Целью исследований является выявление экологических особенностей выживания рыб под влиянием микропластика – пеноплэкса и водной вытяжки микропластика.

Объектом исследования являются аквариумные рыбы семейства карповых, рода лучеперых – Барбус [3].

Для проведения опытов рыбы были разделены на контрольную и опытную группы. На протяжении месяца опытной группе еженедельно добавляли водную вытяжку микропластика от 50 до 200 мл. В ходе исследования установлено, что вытяжка микропластика не оказывает негативного влияния на выживаемость барбусов.

При исследовании частиц микропластика – пеноплэкса 0,5 мм на выживаемость рыбы разделены на опытную и контрольную группы. Аквариумных рыбок кормили ежедневно. Опытную группу кормили 10% навеской частиц микропластика – 0,5 мм из расчета 10% крошки на 90% корма, контрольную группу кормили сухим кормом. Через месяц наблюдений в опытной группе с пеноплэксом погибло 50% особей. Таким образом, влияние частиц микропластика на выживаемость барбуса приводит к снижению выживаемости рыб и характеризуется кумулятивным эффектом.

Результаты исследований показали, что вытяжка микропластика не оказывает негативного влияния на выживаемость барбуса. Влияние частиц микропластика – пеноплэкса с размерами 0,5 мм оказывает негативное влияние на выживаемость рыб в пределах 50%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Карташев А.Г., Ширшов Д.Е. Влияние микропластика на аквариумных рыб // Экология и управление природопользованием. Экологическая безопасность территорий (проблемы и пути решения): сб. науч. тр. IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Томск: ООО «Литературное бюро», 2021. – С. 47–48.

2. Микропластик: чем он опасен и как уменьшить его количество [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://goo.su/43nOnx3> (дата обращения: 22.02.2022).

3. Барбусы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://goo.su/pJyJ> (дата обращения: 22.02.2022).

УДК 504.06:606; 674.4:674.032

### **БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ**

*Г.З. Ягудина, А.К. Садаева, студентки*

*Научный руководитель В.В. Тарнопольская, доцент  
каф. химической технологии древесины и биотехнологии к.т.н.  
г. Красноярск, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный  
университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева»,  
[gulka13020@gmail.com](mailto:gulka13020@gmail.com)*

Рассмотрены перспективы утилизации древесных отходов различных сроков хранения методом биоконверсии с получением кормовых продуктов, обогащенных белком. В качестве древесных отходов использованы хвойные опилки с площадки открытого хранения в г. Лесосибирске. По результатам проведенных исследований были

составлены субстратные смеси, существенно повышающие степень биоконверсии сырья.

**Ключевые слова:** базидиальные грибы, белок, *Pleurotus*, биоконверсия растительного сырья, лигноуглеводный комплекс.

На долю Российской Федерации приходится больше 20% мировых запасов древесной породы, при этом большая доля лесов (около 80%) сконцентрирована в азиатской части государства, где произрастают в наибольшем количестве хвойные породы деревьев: лиственница, сосна, пихта, кедр [1, 2]. Обычно основными лесопромышленными районами РФ считаются Европейский Север (Архангельская область, Карелия и Коми) и Восточная Сибирь (Иркутская область и Красноярский край).

Главным отходом деревообрабатывающих компаний в процессе механической обработки древесной породы считаются опилки хвойных пород, общий объем которых порой достигает 20% от всего обрабатываемого сырья [3]. При этом в настоящее время технологий действенной переработки опилок недостаточно, поэтому, в основном, они складываются и представляют собой не утилизируемый отход производства, который нередко несет, кроме экологической, ещё и пожарную угрозу.

В настоящее время работа исследователей направлена на решение вопросов, связанных с безопасной и экологичной утилизацией подобных крупнотоннажных отходов. В этой связи перспективным является применение методов биотехнологии, в частности, процессов биоконверсии, для трансформации растительного сырья с получением ценных, востребованных на рынке продуктов природного происхождения.

Для эффективной биоконверсии необходимы отбор и исследование свойств продуцентов, способных ассимилировать основные компоненты предлагаемого субстрата. Известно, что базидиальные грибы обладают оксидоредуктазой и целлюлазой, которые способствуют использованию целлюлозы и других углеводов, а также лигнина, поэтому они являются наиболее перспективными для биоконверсии древесных материалов, в которых содержание лигноуглеводного комплекса составляет не менее 70% [4, 5].

Среди базидиомицетов особое внимание привлекают грибы рода *Pleurotus*; они нетоксичны, непатогенны, богаты белками и другими биологически значимыми веществами, обладают хорошо развитой ферментативной системой и имеют высокую скорость роста в условиях твердофазной и жидкофазной ферментации [5].

Цель данной работы заключается в оценке перспектив использования возобновляемой растительной биомассы, образующейся на территории Красноярского края, в процессах биоконверсии с получением обогащенных продуктов.

В работе использованы опилки хвойных пород воздушно-сухие с площадки открытого хранения в г. Лесосибирске (сроки хранения – менее одного года, пять лет, десять лет, более десяти лет) и солома пшеничная, собранная в осенний период в окрестностях г. Красноярска. Для биоконверсии растительных субстратов использовали штамм *Pleurotus ostreatus* PO-4.1, чистая культура выделена из коммерческих плодовых тел на среде сусло-агар и хранится в коллекции чистых культур кафедры химической технологии древесины и биотехнологии СибГУ им. М.Ф. Решетнева.

Результаты исследования содержания компонентов лигноуглеводного комплекса в хвойных опилках и соломе представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Содержание основных компонентов в растительном сырье**

Наименование компонента	Вид растительного сырья, срок хранения				
	Опилки, менее 1 года	Опилки, 5 лет	Опилки, 10 лет	Опилки, более 10 лет	Солома пшеничная
Углеводы	33,86	38,2	23,52	16,19	43,76
Фенольные соединения	24,30	23,50	24,62	24,81	18,60
Белок	–	–	–	–	0,48
Экстрактивные вещества	23,12	20,12	18,64	17,20	12,45
Зольность	3,42	3,20	3,27	3,17	2,26

Полученные данные свидетельствуют о снижении содержания веществ углеводной природы в опилках в динамике. Необходимо отметить высокий потенциал пшеничной соломы как обогащающего компонента субстратной смеси за счет высокого (до 44%) содержания углеводов, пригодных к ассимиляции культурой *Pleurotus*.

Проведенные ранее исследования [6] показали, что включение в состав субстратной смеси сельскохозяйственных отходов, таких как солома или зеленая масса овощных и кормовых культур, существенно повышает степень биоконверсии сырья и способствует уменьшению продолжительности процесса колонизации субстрата мицелием *Pleurotus*. С учетом этих результатов были составлены субстратные смеси для биоконверсии, включающие 50% опилок различного срока хранения и 50% пшеничной соломы (по массе). Содержание основных компонентов лигноуглеводного комплекса в продуктах биоконверсии представлено в табл. 2.

Таблица 2

**Содержание основных компонентов в продуктах биоконверсии**

Наименование компонента	Вид растительного сырья, срок хранения			
	Опилки, менее 1 года + солома пшеничная	Опилки, 5 лет + солома пшеничная	Опилки, 10 лет + солома пшеничная	Опилки, более 10 лет + солома пшеничная
Углеводы	33,78	33,7	34,9	35,7
Фенольные соединения	8,46	8,39	7,72	8,66
Белок	8,12	12,65	13,74	10,10
Экстрактивные вещества	11,12	9,82	10,12	7,26
Зольность	4,96	4,65	4,65	4,80

По результатам исследований утилизация лигноуглеводного комплекса в процессе биоконверсии составила 50%, что позволяет оценить субстратные смеси, содержащие опилки от пяти до десяти лет хранения, как перспективные для последующего использования в процессе прямой биоконверсии культурами *Pleurotus*.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Баяндин М.А. Влияние механоактивации на аутогезионные свойства древесины / М.А. Баяндин, В.Н. Ермолин, С.Г. Елисеев // Хвойные бореальной зоны. – 2013. – Т. 31, № 1-2. – С. 159–163.
2. Кормление сельскохозяйственных животных, птиц и технология кормов в современных условиях / Н.А. Жазылбеков, М.А. Кинеев, А.А. Тореханов и др. – Алмата: Изд-во «Бастау», 2008. – 436 с.
3. Корольков И.И. Технологическая характеристика пшеничной соломы / И.И. Корольков, И.Ф. Высоцкая // Сб. трудов ВНИИ гидролизной и сульфитно-спиртовой промышленности. – 1966. – Т. 15. – С. 43–52.
4. Аккерман А.С. Плитные материалы и изделия из древесины / А.С. Аккерман, В.Н. Антакова, В.Е. Бабайлов. – М.: Колос, 1976. – 360 с.
5. Куликова Н.А. Использование базидиальных грибов в технологиях переработки и утилизации техногенных отходов: фундаментальные и прикладные аспекты / Н.А. Куликова, О.И. Кляйн, Е.В. Степанова, О.В. Королева // Вестник. – М., 2011. – Т. 47, № 6. – С. 619–634.
6. Технология микробиологической переработки растительного сырья культурами *Pleurotus* с получением кормовых продуктов / В.В. Тарнопольская, Т.В. Рязанова, Н.Ю. Демиденко и др. // Химия растительного сырья. – 2020. – №4. – С. 405–411. DOI: 10.14258/jcrpm.2020048445

## **ВЛИЯНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ПРЭСНОВОДНЫХ РАКОВИННЫХ АМЕБ РЕКИ УШАЙКИ**

*А.В. Шагалов, студент; А.П. Шкаруно, ст. преп. каф. РЭТЭМ  
Научный руководитель А.Г. Карташев, проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н.  
г. Томск, ТУСУР, shagalov.a.218-2@e.tusur.ru*

Определена видовая принадлежность пресноводных раковинных амёб р. Ушайки. Описаны устойчивые виды к загрязнению дизельным топливом.

**Ключевые слова:** пресноводные раковинные амёбы, биоиндикация, дизельное топливо.

Актуальность данного исследования заключается в необходимости повышения качества мониторинга природной среды и постоянного прогнозирования ее состояния и загрязнения во избежание неблагоприятных воздействий на окружающую среду и для повышения качества жизни человека и расширения знаний об амёбах и их видовом разнообразии [1].

Химический состав дизельного топлива составляет 10–40% парафиновых углеводородов, от 20 до 60% – нафтеновых и 14–30% – ароматических углеводородов. В составе могут присутствовать дополнительные элементы: смолистые, сернистые соединения, вода, механические примеси. В связи с этим попадание дизельного топлива в любую часть биосферы негативно сказывается на всех ее обитателях [2].

Объектами исследования являются пресноводные раковинные амёбы р. Ушайки. В данном исследовании применялась следующая методика. Из реки отбирали пробы воды в течение трех месяцев, затем часть образцов загрязняли дизельным топливом в различных концентрациях (100, 200 и 400 г/л). Контрольные и загрязненные образцы просматривали под микроскопом для определения численности раковинных амёб и ее динамики. Результаты работы представлены в таблице.

Проанализировав данные таблицы, можно отметить, что в течение первой недели дизельное топливо в концентрации 100 и 200 г/л не оказывает значительных изменений выживаемости видов раковинных амёб, в концентрации 400 г/л наиболее неустойчивыми видами оказались *Diffflugia acuminata*, *Diffflugia lithophila*, *Diffflugia nodosa* и *Netzelia gramen*. В конце второй недели при концентрации загрязнителя 200–400 г/л элиминируют следующие виды: *Arcella discoides*, *Centropyxis ecornis*, *Centropyxis spinosa*, *Diffflugia biconcave*, *Diffflugia dragana*, *Diffflugia oblonga*, *Netzelia gramen*, *Netzelia oviformis*, *Netzelia*

*tuberculata*. На 21-е сутки в концентрации дизельного топлива 100 г/л отмечены следующие живые виды раковинных амёб: *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis ecornis*, *Diffflugia acuminata*, *Diffflugia labiosa*, *Diffflugia nodosa*, *Diffflugia oblonga*, *Netzelia tuberculata*; в концентрации 200 г/л: *Centropyxis spinosa*, *Diffflugia dragana*, *Diffflugia pyriformis*, *Netzelia corona*, *Netzelia oviformis*. В концентрации 400 г/л единственным живым видом является *Centropyxis aerophila*.

**Выживаемость пресноводных раковинных амёб  
в условиях загрязнения дизельным топливом**

Виды пресноводных раковинных амёб	Концентрация дизельного топлива (г/л)								
	7-е сут			14-е сут			21-е сут		
	100	200	400	100	200	400	100	200	400
<i>Arcella discoides</i>	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Centropyxis aculeata</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Centropyxis aerophila</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Centropyxis ecornis</i>	+	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>Centropyxis spinosa</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Diffflugia acuminata</i>	+	+	-	+	-	-	+	-	-
<i>Diffflugia biconcava</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Diffflugia dragana</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Diffflugia labiosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Diffflugia lithophila</i>	+	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Diffflugia nodosa</i>	+	+	-	+	+	-	+	-	-
<i>Diffflugia oblonga</i>	+	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>Diffflugia pyriformis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Netzelia corona</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Netzelia gramen</i>	+	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Netzelia oviformis</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Netzelia tuberculata</i>	+	+	+	+	+	-	+	-	-

В результате исследования определен видовой состав пресноводных раковинных амёб и выявлена их устойчивость к загрязнению дизельным топливом. Наиболее устойчивые виды: *Centropyxis aerophila*, *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis spinosa*, *Diffflugia dragana*, *Diffflugia pyriformis*, *Netzelia corona* и *Netzelia oviformis*; промежуточные по выживаемости виды: *Centropyxis ecornis*, *Diffflugia labiosa*, *Diffflugia oblonga*, *Netzelia tuberculata*; не устойчивые к загрязнению виды: *Arcella discoides*, *Diffflugia acuminata*, *Diffflugia biconcava*, *Diffflugia lithophila*, *Diffflugia nodosa* и *Netzelia gramen*.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Карташев А.Г. Биоиндикация антропогенных загрязнений. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2019. – 226 с.

2. Карташев А.Г. Влияние нефти, нефтепродуктов и сеноманских растворов на сообщества раковинных амёб / А.Г. Карташев, Т.В. Денисова, Е.В. Кулюкина. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. – 188 с.

УДК: 61.614

## **ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ У ШКОЛЬНИКОВ МЕТОДОМ ИЗУЧЕНИЯ ПРАВИЛ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ**

*А.С. Казмирова, В.Д. Смирнов, студенты*

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

*Проект ГПО РЭТЭМ-2203. Обучение оказанию первой помощи*

*при неотложных состояниях*

*г. Томск, ТУСУР, alinakaz2002@mail.ru*

Обоснована практическая значимость обучению школьников не только теоретическим, но и практическим навыкам оказания первой помощи. Проведен анализ открытых данных. Отсняты мастер-классы по оказанию первой помощи и психологической поддержке.

**Ключевые слова:** воспитательная работа, первая помощь, студенческий спасательный отряд, чрезвычайные ситуации, обучение оказанию первой помощи.

В связи с увеличением количества несчастных случаев в различных ситуациях, как бытовых, так и производственных возникает вопрос подготовленности населения к действиям по оказанию помощи при происшествиях. Правила оказания первой помощи являются одним из компонентов, составляющих культуру безопасности жизнедеятельности.

По статистике дети и подростки наиболее часто попадают в различные ситуации, где нужно правильно оказать первую помощь не только себе, но и окружающим [1]. Они могут сталкиваться с травмами ежедневно: падение с велосипеда, с лестницы; порезы, ссадины, царапины, ушибы; ожоги; переохлаждения. Поскольку первая помощь – комплекс мер, направленный на поддержание или восстановление жизнедеятельности человека до приезда бригады скорой медицинской помощи, знания этих правил должны закладываться в подростковом возрасте, т.е. во время обучения в школе [2].

Изучение вопроса подготовленности к оказанию первой помощи среди подросткового возраста стало актуальным для добровольцев студенческого спасательного отряда «Сирена» (далее – ССО «Сирена»), входящего в состав Томского регионального отделения ВСКС.

Участники ССО «Сирена» в обязательном порядке проходят обучение, которое включает туристическую, противопожарную и специальную техническую подготовку, а также обучение правилам оказания первой помощи, в результате которого, каждый из добровольцев имеет возможность стать инструктором, сдав соответствующие экзамены. Поскольку обучение населения правилам безопасного поведения при различных ситуациях является главным направлением деятельности добровольцев-спасателей, то основная работа по повышению уровня культуры безопасности проводится среди школьников.

Данная работа была разбита на несколько этапов. Первый этап работы – составление опроса с целью выявления типичных ошибок в вопросах оказания первой помощи среди школьников старшего звена. Оценивалось знание алгоритмов оказания первой помощи при остановке сердечной деятельности, наличии различных видов кровотечений, помощи при ожогах и закупорке верхних дыхательных путей. Типичные ошибки школьников: 56% опрошенных не знают алгоритм оказания помощи при ожогах 1-й и 2-й степени, 35% не справились с вопросами по теме сердечно-легочной реанимации и 28% опрошенных неверно указали алгоритмы действий при обструкции дыхательных путей.

Задачей второго этапа работы была съемка показательного видеоматериала, в котором не только рассказывались, но и практически демонстрировались различные приемы оказания первой помощи. Главными задачами при составлении сценариев к видео были: учет возрастных особенностей обучающихся, использование причинно-следственных связей, доступность изложения, наглядные примеры (использование манекенов и имитации ранений) и первичные результаты опроса.

На третьем этапе работы школьникам было предложено пройти углубленную анкету по усвоенному материалу. Усложнялось все тем, что в анкетировании присутствовали ситуационные задачи, которые школьникам необходимо было решить, основываясь на полученных знаниях и навыках. Результат анкеты показал, что материал усвоен на 84%. Показатели значительно увеличились, следовательно, подростки улучшили свои компетенции в навыках оказания первой помощи.

На основе полученных результатов, данную работу рекомендуется проводить в школах, где результаты первичного опроса ниже 40%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балабанов В.А. Оказание первой помощи в условиях чрезвычайной ситуации как важнейший элемент подготовки в вузах МЧС России // *Austrian Journal of Humanities and Social Sciences*. – 2015. – № (7-8). – С. 34–36.

2. Мухина С.А., Гаврилова М.Н., Полозова О.В., Зимина И.С. Методические особенности обучения студентов оказанию первой помощи // Вестник Марийского гос. ун-та. – 2020. – Т. 14, № 4.

УДК 614.88, 376.1

## **ВАЖНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ ПРИЕМАМ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ**

***З.А. Тутова, Д.С. Сысоева, студентки каф. РЭТЭМ***

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

*Проект ГПО РЭТЭМ 2203. Обучение оказанию первой помощи*

*при неотложных состояниях*

*г. Томск, ТУСУР, tutovazlata404@gmail.com*

Обоснована необходимость обучения школьников приемам психологической помощи и самопомощи. При разработке образовательных программ следует учитывать возрастные и личностные особенности подростков.

**Ключевые слова:** психологическая поддержка, обучение навыкам спасателя, обучение оказанию первой психологической помощи, обучение школьников.

Психологическая поддержка – это система приемов, позволяющая людям без психологического образования помогать окружающим (и самим себе), находящимся в опасной ситуации, и справляться с психологическими реакциями, возникшими в результате кризиса или катастрофы.

При обучении основам оказания первой помощи редко касаются психологической подготовки в то время, как психическое состояние является важной составляющей здоровья человека. В экстренной ситуации неподготовленный человек может оказаться неспособным контролировать психические реакции организма и нанести вред не только себе, но и окружающим.

В настоящее время происходят события, которые негативно сказываются на психологическом состоянии людей: пандемия, обострение геополитической обстановки и экономические кризисы. Молодые люди переживают дополнительный стресс вследствие взаимоотношений со сверстниками, отношения в коллективе, сдачи экзаменов, а также при выборе будущей профессии. Подростки относятся к наиболее уязвимой возрастной группе, так как их адаптационные механизмы преодоления внезапных и нетипичных стрессовых ситуаций недостаточно развиты. В нестабильных психологических условиях они не

могут правильно оценить обстановку и спланировать свои действия, что может привести к травмирующим последствиям как для них самих, так и для окружающих. Важно понять, что прежде чем оказывать первую помощь, в том числе и психологическую, кому-то другому, нужно научиться контролировать свое собственное состояние.

Необходимо учитывать разные типы реакций и уметь оказывать помощь при их возникновении, так как одно и то же воздействие может вызвать разный отклик. Выражение той или иной реакции у отдельно взятого человека зависит от особенностей ситуации, а также его индивидуальных качеств и жизненного опыта. Реакция на опасные ситуации может быть пассивной или активной. При пассивной реакции человек оказывается не в состоянии совершать действия для спасения своей жизни, к таким состояниям можно отнести апатию, ступор, плач и нервную дрожь. В то время как активная форма побуждает человека осуществлять иррациональные действия, которые могут стать угрозой как для него, так и для других пострадавших. Таким образом, в случае оказания экстренной психологической помощи могут наблюдаться самые разнообразные случаи. Нужно подчеркнуть, что применение такого рода помощи возможно только тогда, когда реакция вызвана конкретной ситуацией, а не является результатом длительного воздействия тревожных факторов [3].

В нашей стране только развивается школа психологической помощи. В целях содействия эффективному приобретению теоретических знаний и практических навыков в данном направлении для населения организуются различные тренинги на базе таких организаций, как «Общероссийская общественная организация «Российский Красный Крест», «Межрегиональная школа первой помощи», Московская служба спасения, корпорация «Emergency First Response» и многих других, разрабатываются многочисленные наглядные пособия, реализуются социальные проекты (например, проект «Научись спасать жизнь»). При этом важно повысить уровень подготовки молодежи к обучению приемам первой помощи и психологической поддержки, а также обеспечить качественную передачу этих знаний [1].

Конечно, в школах работают психологи, но важно, чтобы каждый человек владел приемами самопомощи для предотвращения и преодоления эмоциональных кризисов. В исследованиях И.А. Басовой была доказана важность психологического обучения для несовершеннолетних лиц для их успешной адаптации в обществе. Если человек уверен в себе, имеет стабильный эмоциональный фон, то ему будет легче влиться в коллектив и занять там место.

Теоретические знания, получаемые школьниками на уроках ОБЖ, касаются, в основном, первой помощи, не затрагивая психологический аспект вопроса. Это приводит к тому, что подростки не зна-

ют, как вести себя в стрессовых ситуациях и не могут оказать помощь другим людям. Связано это с тем, что роль, отведенная на уроках именно психологической поддержке, слишком мала, а для человека, оказывающего первую помощь, в первую очередь, важна стрессоустойчивость. [4].

В исследованиях [6] разбирался вопрос об организации обучения психологической помощи. В каждом классе собираются люди с разным типом темперамента и, соответственно, с разным типом реакции на раздражители, поэтому необходимо построить обучение так, чтобы заинтересовать и увлечь всех подопечных. Каждый человек может что-то вынести с уроков психологической помощи. Также важно дать не только теоретическую базу, но и подкрепить ее практическими занятиями. Для лучшего усвоения материала необходимо построить обучение в определенной последовательности, которая позволит обучающим освоить в полной мере знания и приемы психологической помощи, в том числе и самопомощи [7].

Можно предположить, что знание основных реакций на стресс, причин их возникновения и умение правильно оказывать помощь в такие моменты значительно повышают умение управлять своим эмоциональным состоянием. А навыки, полученные в период обучения, станут прочной базой для преодоления стрессовых ситуаций в жизни.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Марченко Е.В. Анализ ошибок при оказании первой помощи и психологической поддержки пострадавшим при различных состояниях и травмах // Социальные аспекты здоровья населения. – 2019. – № 65(3) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vestnik.mednet.ru/> (дата обращения: 03.03.2022).
2. Золотухина С.В. Методика обучения оказанию первой помощи на уроках «Основ безопасности жизнедеятельности». – 2019. – С. 26–28.
3. Балабанов В.А. Оказание первой помощи в условиях чрезвычайной ситуации как важнейший элемент подготовки в вузах МЧС России // *Austrian Journal of Humanities and Social Sciences*. – 2015. – № (7-8). – С. 34–36.
4. Личностные ресурсы психологической безопасности подростков и молодежи в образовательной среде / И.А. Баева, Л.А. Газзова, И.В. Кондакова // Рецензируемый научный журнал. Интеграция образования. – 2021. – Т. 25, № 3.
5. Утешева Д.В., Тимофеева К.И. Анализ типичных ошибок обучающихся при оказании первой помощи // Сб. матер. Всерос. науч. форума с междунар. участием «Студенческая наука – 2020». – М.: МГСУ, 2020. – С. 752–753.
6. Макарова Е.А., Мищенко В.И. Организация психологической профилактики витимного поведения школьников в современных условиях // Вестник АГУ: реферируемый научный журнал. – Вып. 3 (263). – С. 220.
7. Пучкова Л.Л. Социально-психологические факторы виктимного поведения студенческой молодежи // Ученые записки Крымского фед. ун-та

им. В.И. Вернадского. Социология. Педагогика. Психология. – 2020. – Т. 6 (72), № 1. – С. 93–104.

8. Мухина С.А., Гаврилова М.Н., Полозова О.В., Зимина И.С. Методические особенности обучения студентов оказанию первой помощи // Вестник Марийского гос. ун-та. – 2020. – Т. 14, № 4.

9. Богдан И.В., Гурылина М.В., Чистякова Д.П. Знания и практический опыт населения в вопросах оказания первой помощи // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2020. – № 64(5). – С. 253–257.

УДК 504.05

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ЧИТИНСКОГО УЧАСТКА БАМ, СТАНЦИЯ УРУША**

*Е.А. Кулькова, студентка*

*Научный руководитель Н.И. Брычаева, аспирант ЗабГУ*

*г. Чита, ЧТЖТ, Kulkova0703@gmail.com*

В процессе технического обслуживания сортировочной станции Уруша используется годовой объём чистой воды, образуя техногенные сточные воды, которые сбрасываются в ближайшие водные объекты, что пагубно влияет на загрязнение окружающей среды.

**Ключевые слова:** загрязнение водной среды, железнодорожный транспорт, станция Уруша, сточные воды.

### **Расчёт водоотведения и водопотребления на станции Уруша.**

Из табл. 1 и 2 видно, что локомотивное депо использует воду при промывке и заправки аккумуляторов, радиаторов, топливных баков, а также внутренней промывке грузовых и рефрижераторных вагонов.

Таблица 1

#### **Ремонтные заводы, вагонные депо и локомотивы**

Наименование объекта	Без оборотного водопользования, м <sup>3</sup>		При оборотном водопользовании, м <sup>3</sup>	
	водопотребление	водоотведение	водопотребление	водоотведение
Экипировка тепловозов	1,0	–	–	–
Промывка и заправка аккумуляторов	2,0	1,0	0,22	–
Промывка радиаторов, топливных баков	1,4	1,3	0,15	0,1

Основными загрязнителями производственных стоков являются отработавшие технологические растворы, маточники, кубовые остатки, технологические и промывные воды, воды от мытья оборудования

и производственных помещений, а также от очистки и охлаждения газообразных отходов, очистки твердых отходов, их транспортировки.

Т а б л и ц а 2

**Пункты технического обслуживания вагонов,  
подготовка вагонов к перевозкам**

Наименование объекта	Без оборотного водопользования		При оборотном водопользовании	
	водопотребление, м <sup>3</sup>	водоотведение, м <sup>3</sup>	водопотребление, м <sup>3</sup>	водоотведение, м <sup>3</sup>
Внутренняя промывка грузовых вагонов	1,0	0,8	0,2	0,17
Внутренняя промывка рефрижераторных вагонов	2,0	1,8	–	–
Наружная промывка вагонов	3,0	2,8	–	–

Очистительные меры по производственным стокам и бытовым сточным водам предприятия должны обязательно устанавливаться отдельно от станции, за исключением тех случаев, когда шпалопропиточные заводы не требуют отдельной очистки водного объекта. В производственную канализацию допускается сброс сточных вод прачечных для специальной рабочей одежды, лабораторий, буфетов и других объектов бытового назначения с малозагрязненными стоками. Не допускается совместный выпуск в канализационную сеть высокощелочных моющих растворов и отработанных кислотных электролитов с содержанием нефтяных веществ, а также других производственных стоков, при смешивании которых образуются стойкие эмульсии или происходят химические реакции с появлением ядовитых или взрывоопасных газов, а также засоряющих осадков, способствующих отлагаться в трубах и засорять их.

**Решение и применение технологий по очистке воды.** На станции очистка воды происходит с помощью технических средств, которые расписаны в характеристике станции. Сброс отработанных электролитов в канализацию не допускается. Для удаления солей, щелочей и кислотных оксидов или реагентов используют физико-химическую и биологическую очистку воды. В очистных сооружениях для поверхностного стока с относительно малозагрязнённых территорий водосбора при предварительном его осветлении применяют аккумулирующие резервуары, выделение из которых органических и минеральных загрязнений из обработанного водоочистными реагентами стока может производиться методом контактной фильтрации на напорных или открытых контактных фильтрах. Так как станция Уруша является неузловой, можно применять биологическую очистку, так как это бо-

лее выгодно экономически и продуктивно для экологического фона данной территории. Для сокращения объёмов сооружений биологической очистки и окислительной мощности допускается применение технологий мембранного биореактора, включающего биологическую очистку, и ило-водяной смеси мемориального характера.

**Заключение.** Рассмотренная проблема не только касается станции Уруша, но и всех железнодорожных предприятий, где проводятся очистительные меры и водоснабжение для подвижного состава. На каждом участке должны быть установлены очистительные сооружения независимо от того, какая напряженность станции, так как вода является одним из необходимых компонентов для производственных и очистительных процессов на железной дороге.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Медведева В.М., Зубрёв Н.И. Организация природоохранной работы на предприятиях железнодорожного транспорта. – 2014. – С. 55–75.
2. Систер В.Г., Мирный А.Н. Современные технологии обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов. – М.: АКХ, 2003. – 136 с.
3. Обрядчиков А.О. Экология и железнодорожный транспорт. – Сер. Железнодорожный транспорт. – 2003. – Вып. 12. – 32 с.
4. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России / под ред. В.Ф. Протасова. – М.: Статистика и финансы, 1995. – 428 с.
5. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. – М.: Колос, 2000. – 212 с.
6. Методические пособия по расчету, нормированию и контролю выбросов вредных веществ в сточные воды. – М.: Академия, 2007.

УДК 349.6

### ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

*К.Н. Лежнин, студент каф. ИП*

*Научный руководитель В.Г. Мельникова, зав. каф. ИП, к.ю.н.  
г. Томск, ТУСУР, k.lezhnin01@gmail.com*

Наиболее важной в современных условиях стремительной глобализации стала трансформация экологического права в части внедрения наилучших доступных технологий с целью обеспечения эколого-технологических и эколого-экономических нормативов, которые отражают современные экологические требования к технологическим решениям. Актуальными задачами внедрения правового института комплексных экологических разрешений являются приня-

тие нормативно-правовых предписаний, закрепляющих порядок и условия применения эколого-правовой разрешительной системы; экспертная и информационная поддержка этой деятельности; реализация процедур предоставления разрешений, контроля и проверки исполнения определенных условий с целью решения проблем, представших перед отраслью экологического права.

**Ключевые слова:** экологическое право; наилучшие доступные технологии; эколого-технологические нормативы; комплексные разрешения.

Трансформация экологического права – сложный процесс изменения законодательства по причине кардинальных изменений в качестве окружающей среды, биоразнообразии, климате, экономике, технологиях. В 2018 г. был запущен федеральный проект «Внедрение наилучших доступных технологий» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам. Протокол от 24.12.2018 г. № 16) на федеральном и региональном уровнях. Несмотря на то, что федеральный проект был завершён досрочно 31 декабря 2020 г., правовые условия для перехода российской промышленности на принципы НДТ созданы путём трансформации норм экологического законодательства. Цель данной работы – исследовать, с какими проблемами трансформации экологического права сопряжено внедрение НДТ в РФ.

Одним из важнейших принципов, на котором держится институт комплексных экологических разрешений в сфере современного экологического права, является принцип НДТ, который применяется для определения объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, объемов сбросов в воду и почву, рационального использования ресурсов и электроэнергии, объемов образования отходов, параметров шума и т.д. [1]. Это понятие означает «технологии производства продукции, выполнения работ, оказания услуг, определяемых на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения» [4]. По сути, принцип НДТ заключается в создании правовых условий для обеспечения устойчивого развития путем решения конфликта экономического и экологического интересов [3].

По мнению ученых, при внедрении НДТ важно обеспечить следующее: все условия должны основываться на нормативных требованиях и рекомендациях индивидуально по каждой установке; основой для установления требований для каждой установки является использование наилучших доступных технологий; формулировка таких

условий возможна в результате сотрудничества, консультаций различных государственных органов, заинтересованных субъектов, общественности; процесс выдачи комплексных экологических разрешений должен быть прозрачным и обеспечивать возможность доступа к информации и участия общественности; срок выдачи разрешений должен быть оптимальным и достаточным для всестороннего анализа условий деятельности установки; комплексные разрешения имеют длительный или даже неограниченный срок действия, однако законодательство должно предусматривать систематический контроль и пересмотр условий разрешения с учетом объективных изменений работы самой установки или же экологических и технических стандартов [3].

Анализ норм экономического законодательства позволяет сделать вывод о том, что часть условий, сформулированных учеными, реализована в действующем законодательстве.

В соответствии с ч. 14 и ч. 15 ст. 31.1. систематический контроль и пересмотр условий разрешения может пересматриваться частично или полностью в случаях объективного изменения перечисленных процессов по инициативе юридического лица или индивидуального предпринимателя; срок выдачи комплексного экологического разрешения в прошлой редакции ст. 31.1 составлял один месяц, в действующей редакции срок был повышен до четырех месяцев, что является достаточным для всестороннего анализа условий деятельности.

Необходимо отметить, что в законодательстве не отражена возможность взаимодействия, сотрудничества и консультации различных государственных органов, заинтересованных лиц, общественных организаций по поводу формулирования правовых условий. Также процесс выдачи комплексных экологических разрешений не является прозрачным на всех этапах. Согласно ст. 31.1 ч. 7, заявка о получении комплексного экологического разрешения публикуется на официальном сайте указанного органа. Статьей не регламентировано участие общественности в процессе выдачи разрешений [4].

**Заключение.** Актуальными проблемами внедрения правового института комплексных экологических разрешений являются: принятие нормативно-правовых предписаний, закрепляющих порядок и условия применения эколого-правовой разрешительной системы; экспертная и информационная поддержка этой деятельности; надлежащее кадровое обеспечение и проведение обучения компетентных органов, на которых будут возложены функции выдачи разрешений; реализация процедур предоставления разрешений, контроля и проверки исполнения определенных условий, ведение реестра разрешений; обеспечение доступа общественности к информации, связанной с

НДТ. Также можно сказать о тех проблемах, которые уже решены законодателем, такие как дифференциация регулирования в зависимости от масштаба негативных воздействий хозяйственных объектов, так же увеличилась государственная финансовая поддержка, льготного кредитования для модернизации промышленной инфраструктуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Болтанова Е.С. Эколого-правовой механизм и «наилучшие доступные технологии», «новые технологии» в российском законодательстве // Правовые проблемы укрепления российской государственности: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. – Томск : Изд-во Том. гос. ун-та, 2020. – С. 77–78.
2. Зелёная экономика и цели устойчивого развития для России / под науч. ред. С.Н. Бобылёва, П.А. Кирюшина, О.В. Кудрявцевой. – М.: Экономический фак-т МГУ им. М.В. Ломоносова, 2019. – 284 с.
3. Илякова И.Е. Внедрение наилучших доступных технологий как фактор становления зеленой экономики: институциональный аспект // Национальная безопасность / Nota Bene. – 2021. – № 5. – С. 30.
4. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (в ред. 30.12. 2021) // Собрание законодательства РФ. – 2002. – № 2. – Ст. 133.

УДК 331.452

### СТАТИСТИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ АВАРИЙНОГО ХАРАКТЕРА НА ТРАНСПОРТЕ В РОССИИ ЗА ПЕРИОД 2016–2021 Г.

*Е.Ю. Перкова, студентка*

*Научный руководитель Н.Н. Несмелова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.  
г. Томск, TUSCUP, yelena\_perkova@mail.ru*

Последствия ДТП наносят серьёзный вред людям, дорожной инфраструктуре и окружающей среде. В статье представлен анализ ДТП, в том числе с тяжёлыми последствиями и смертельными исходами за период 2016–2021 гг.

**Ключевые слова:** ДТП, ПДД, аварийный характер, тяжёлые последствия, смертельный исход.

В России за период 2016–2021 гг. произошло 943 926 ДТП, в которых участвовало 2 333 432 человека, из них пострадало 1 200 482 человека и погибло 104 510. При этом количество ДТП с тяжёлыми последствиями составило 317 123 случая, т.е. 33,5% ДТП в России влекут за собой опасный вред здоровью, создающий угрозу для жизни [1].

Одной из причин большого количества ДТП является рост числа автомобилей. Для изучения данного фактора были выбраны шесть

регионов, для которых была выведена доля автомобилей на душу населения, а также приведена доля населения, участвовавшего в ДТП [2], которые рассчитывали по следующим формулам:

$$CpH_i = \frac{\sum_{j=2016}^{2021} A_{i,j}}{6}, \quad (1)$$

где  $A_{i,j}$  – количество населения в  $i$ -м регионе за год  $j$ ;  $CpH_i$  – среднее население в  $i$ -м регионе за период.

$$DAв_i = \frac{\sum_{j=2016}^{2021} B_{i,j}}{CpH_i}, \quad (2)$$

где  $B_{i,j}$  – количество автомобилей в  $i$ -м регионе за год  $j$ ;  $DAв_i$  – соотношение среднего количества автомобилей на среднее население за период.

$$ДН_i = \frac{ЧУ_i}{CpH_i}, \quad (3)$$

где  $ЧУ_i$  – количество участников ДТП за период в  $i$ -м регионе;  $ДН_i$  – доля населения, участвовавшего в ДТП за период.

Полученные данные отражены в табл. 1.

Таблица 1

#### Статистика ДТП в регионах

Регион	$CpH_i$	$B_{i,j}$	$DAв_i$	$ЧУ$	$ДН_i, \%$
Московская обл.	7 540 752	2 710 600	0,36	84 557	1,1
Республика Татарстан	3 890 610	1 246 300	0,32	64 672	1,6
Хабаровский край	434 376	300 000	0,69	26 640	6
Красноярский край	2 869 078	871 500	0,30	51 349	1,7
Республика Чечня	1 446 615	350 000	0,24	4 346	0,3
Томская обл.	1 076 831	431 000	0,40	10 932	1

Примечание.  $B_{i,j}$  – количество автомобилей в  $i$ -м регионе за год  $j$ ;  $DAв_i$  – соотношение среднего количества автомобилей на среднее население за период;  $ЧУ_i$  – количество участников ДТП за период в  $i$ -ом регионе;  $ДН_i$  – доля населения, участвовавшего в ДТП за период.

Исходя из данных табл. 1, можно сделать вывод о том, что большое количество автомобилей в Хабаровском крае приводит к тому, что возрастает риск попадания в ДТП для населения. В данной таблице не учтены другие факторы, которые могут повлечь за собой ДТП.

Например, риск возникновения ДТП возрастает в тёмное время суток и при отсутствующем освещении, при неудовлетворительном состоянии дороги, а также в выходные дни, когда на дорогах повышенная концентрация людей в состоянии алкогольного опьянения.

Далее будет рассмотрено влияние освещённости, категории дороги, дня недели и времени суток на количество ДТП и их тяжесть в России. Для оценки количества ДТП, возникающих из-за дорог в неудовлетворительном состоянии, была использована статистика ДТП в России на дорогах местного значения. Данные отражены в табл. 2. Цифрами от 1 до 6 обозначены года с 2016 по 2021 соответственно.

Используя среднее количество ДТП за четыре будних дня и среднее количество ДТП за три выходных дня, можно рассчитать, что риск возникновения аварийных ситуаций на дорогах в выходные дни в 2016 г. возрастал на 9,5%, в 2017 – на 6,3%, в 2018 – на 3%, в 2019 – на 5%, в 2020 – на 4%, в 2021 – на 7%. Наблюдалась тенденция уменьшения риска, однако в 2021 г. риск снова возрос.

В среднем около 20% аварий за указанный период произошло на дорогах местного значения, лишь 57% из которых в России имеет твёрдое покрытие. Так, в 2016 г. 22% аварии произошло на дорогах местного значения.

Исходя из данных табл. 2, можно также сделать вывод, что количество ДТП в России в 2020 и 2021 гг. значительно снизилось. Можно предположить, что на это оказал влияние национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги», в рамках которого в 2019 г. было отремонтировано более 16 тыс. км автодорог, а в 2020 г. 145 млн м<sup>2</sup> дорожного покрытия в городах было приведено к нормативному состоянию [3].

Таблица 2

**Статистика ДТП в России за период 2016–2021 годы**

Год	В тёмное время суток		Мест. знач.	Дни недели		Тяжесть		Всего ДТП
	Отсут. освещ.	Присутств. освещ.		Будни	Пт, сб, вс	С по-гибш.	Тяжёлая	
1	23 683	36 750	38 354	95 340	78 358	17 174	62 438	173 698
2	22 270	37 938	37 262	94 273	75 151	16 115	59 623	169 424
3	20 718	36 633	28 861	93 994	74 115	15 436	56 675	168 109
4	19 310	37 416	34 531	91 781	72 129	14 437	54 362	163 910
5	17 609	33 314	30 429	81 492	63 647	13 974	46 199	145 139
6	13 167	26 027	23 196	68 495	55 151	11 728	37 826	123 646

На основе анализа статистики дорожно-транспортных происшествий установлено, что в РФ начиная с 2016 г. наблюдается зависимость риска попадания в ДТП от числа автомобилей. Также установлено, что в пятницу и выходные дни случается больше ДТП, чем в будние дни. А введение национального проекта «Безопасные и каче-

ственные автомобильные дороги» привело к стабильному снижению абсолютного количества погибших и раненых в результате ДТП и количества аварийных ситуаций на дорогах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Статистика ДТП – карта ДТП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dtp-stat.ru/pages/dashboard>, свободный (дата обращения: 19.03.2022).
2. Росстат – официальная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru>, свободный (дата обращения: 19.03.2022).
3. Безопасные качественные дороги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bkdrf.ru>, свободный (дата обращения: 19.03.2022).

УДК 331.453

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА В ОРГАНИЗАЦИЯХ

*М.А. Лазичева, А.О. Унтеров, студенты*

*Научный руководитель С.А. Полякова, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.  
Проект ГПО РЭТЭМ-1806. Анализ охраны труда и пожарной  
безопасности на предприятиях и природных объектах Томской области  
г. Томск, ТУСУР, [marinkatom@mail.ru](mailto:marinkatom@mail.ru)*

В настоящее время большое внимание уделяется нормативно-правовым и законодательным актам, которые представляют собой сложную систему и применяются в организациях в рамках системы управления охраной труда (далее – СУОТ). Эффективная СУОТ на уровне организации не только способствует снижению рисков и устранению опасных факторов, но и повышает производительность труда и конкурентоспособность предприятия. Согласно ст. 37, 41 и 42 Конституции РФ, каждый человек имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности, на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду [1].

**Ключевые слова:** система управления охраной труда, безопасность, охрана труда (далее – ОТ), риски, производительность труда.

Научное определение системы управления охраной труда дано в ст. 209 Трудового кодекса РФ. Ежегодно с учетом изменяющихся экономических, социальных и других условий жизнедеятельности пересматриваются, изменяются или дополняются нормативно-законодательные акты в области СУОТ [2].

В соответствии с ч. 3 ст. 217 ТК РФ, Минтруд России приказом от 29.10.2021 № 776н утвердил примерное Положение о системе управления охраной труда, которое вступило в силу с 01.03.2022. Данное положение разработано с целью оказать содействие работода-

телям в соблюдении требований ОТ, в разработке локальных нормативных актов, а также в разработке мер, направленных на создание более безопасных условий труда, снижение рисков и травматизма в организациях. Функционирование СУОТ должно учитывать род деятельности организации и особенности планирования СУОТ [3].

В Положении также расписаны основные процессы по ОТ, по которым СУОТ будет функционировать (п. 47 нового положения) (таблица).

### Основные процессы по охране труда

Оценка профрисков	Базовые процессы системы управления охраной труда
Прохождение медосмотров	Организационный допуск к самостоятельной работе
Обучение сотрудников	
Выдача СИЗ	
Соблюдение правил безопасности при работе с оборудованием	Мероприятия по обеспечению безопасности производственной среды
Соблюдение правил безопасности при проведении технологических процессов	
Соблюдение правил безопасности при работе с инструментом	
Соблюдение правил безопасности при применении сырья и материалов	
Обеспечение безопасности подрядных организаций	
Санитарно-бытовые правила деятельности персонала	Сопутствующие процессы
Обеспечение работников молочными продуктами или другими продуктами	
Обязательность обеспечения лечебно-профилактическим питанием	
Соблюдение режима труда и отдыха	
Обязательность соцстрахования государственными органами	
Мероприятия при аварийных ситуациях	
Мероприятия при несчастных случаях	
Мероприятия при профзаболеваниях	

С 01.03.2022 г. ответственные за ОТ работники должны:

- выявлять опасности и оценивать профриски, чтобы не допускать повышения их уровней;
- не допускать работу на местах с 4-м классом опасности условий труда;

- разработать инструкции по ОТ по новым требованиям;
- не допускать работу по неактуальным инструкциям по ОТ;
- организовать учет микроtraвм.

Основными процессами, устанавливающими порядок действий, направленными на обеспечение СУОТ, определены:

- а) планирование мероприятий по ОТ;
- б) выполнение мероприятий по ОТ;
- в) контроль мероприятий по ОТ;
- г) действия по совершенствованию функционирования СУОТ;
- д) управление документами СУОТ;
- е) информирование работников и взаимодействие с ними;
- ж) распределение обязанностей для обеспечения функционирования СУОТ.

Основными частями нового Положения также стали:

- Необходимость автоматизация (робототизации) технологий.
- Переход на электронный документооборот. Работодатель сможет следить за безопасностью работ с помощью аудио- и видеонаблюдения, предоставлять трудовой инспекции удалённый доступ к наблюдению за производством и базам с электронными документами по охране труда.

- Изменение подхода к обеспечению работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами. При этом будут учитываться вредные производственные факторы, а не только профессия.

- Обучение работников и проведение инструктажей для создания безопасных условий труда [4].

Таким образом, мы рассмотрели изменения в законодательной базе на примере Положения о системе управления охраной труда от 01.03.2022 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция РФ (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изм., одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020).
2. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022).
3. Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда (зарег. в Минюсте России 14.12.2021, № 66318).
4. Как изменятся требования к охране труда в 2022 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.klerk.ru/blogs/moedelo/524051/>, свободный (дата обращения: 03.03.2022).

## **ПОЖАРООПАСНОСТЬ ДЕРЕВЯННЫХ ПОСТРОЕК ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

*А.А. Волковский, студент каф. РЭТЭМ*

*Научный руководитель Н.Н. Несмелова, доцент каф. РЭТЭМ*

*Проект ГПО-2005. Управление пожарной безопасностью  
в Томской области*

*г. Томск, ТУСУР, arti.volkovskii@gmail.com, nina.n.nesmelova@tusur.ru*

Проводится обзор статистических данных по пожарной безопасности построек из дерева и древесных материалов в г. Томске и по Томской области.

**Ключевые слова:** безопасность, пожар, дома деревянные, возгорание, поджог.

Использование дерева как материала в различных постройках в наше время изжило себя, особенно в реалиях плотной городской застройки. Благодаря перестройке, начатой в еще в прошлом веке, большую часть площади городов занимают различные конструкции и постройки из железобетона, бетонных плит, кирпича и прочих материалов, являющихся наиболее огнеупорными, нежели дерево. Несмотря на это, в Томской области, и особенно в г. Томске, есть множество памятников культуры деревянного зодчества, находящихся в опасности и являющихся источниками опасности для окружающих. В связи с этим, целью данной работы стал обзор статистических данных по пожарной безопасности построек из дерева и древесных материалов по Томской области и в г. Томск и выяснение способов повышения их огнестойкости.

Для достижения поставленной цели необходимо найти и проанализировать данные по пожарам деревянных конструкций за последние годы, произвести поиск данных о повышении огнестойкости строительных деревянных конструкций, изучить способы повышения огнестойкости и на основе полученных данных привести некоторые рекомендации для уменьшения вероятности возгорания деревянных конструкций.

По данным СМИ [1], за 11 месяцев 2021 г. в Томской области произошло 2 267 пожаров. Глава МЧС сообщил [1], что в 2021 г. увеличилось количество пожаров на объектах культуры, куда относятся объекты деревянного зодчества г. Томска, а также на объектах торговли и производственных объектах. Основными проблемами, которые привели к пожарам, называют неисправности в проводке, в особенности в частном жилом секторе, нарушение правил эксплуатации печного отопления.

В сводках [1, 2] приводятся статистические данные о пожарах, которые свидетельствуют о том, что в 2021 г. количество пожаров в Томской области снизилось на 14%, помимо этого, наблюдается незначительное уменьшение пострадавших в пожаре: в 2020 г. на 100 пожаров приходилось 18 пострадавших, в 2021 г. на 100 пожаров – 16 пострадавших. Несмотря на это, количество смертей в пожаре уменьшилось ненамного: в 2020 г. в пожаре погиб 51 человек, в 2021 г., несмотря на значительное уменьшение количества пожаров, погибло 47 человек. Это может говорить о слабой подготовке людей к подобным чрезвычайным ситуациям.

Деревянные постройки находятся на первых строчках в зоне риска возникновения пожара. Главной причиной этого является горючесть дерева и древесных материалов. По данным Государственной статистики, по Томской области [3] насчитывается 2 249 зданий, введенных в 2021 г., считающихся индивидуальными строениями, что может говорить о увеличении количества деревянных строений в Томской области. Для предотвращения пожарной опасности, необходимо предусмотреть меры огнезащиты.

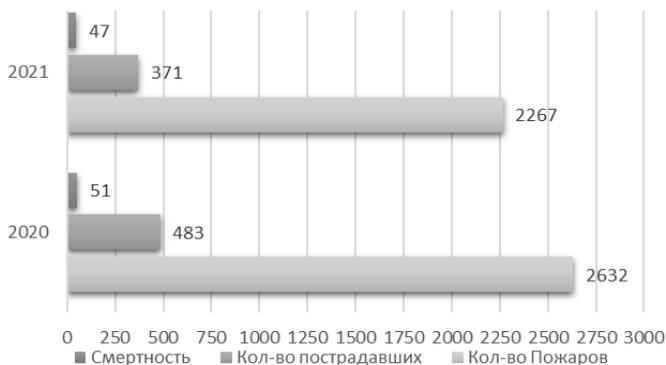


Рис. 1. Сравнительная диаграмма пожаров за 2020–2021 гг.

На данный момент существуют такие виды повышения огнезащиты с помощью пропитки древесины [4]:

- 1) огнезащитная пропитка древесины;
- 2) огнезащитная пропитка способом прогрев – холодная ванна;
- 3) огнезащитная глубокая пропитка;
- 4) огнезащитное нанесение паст и штукатурки;
- 5) огнезащитная обработка красками, лаками и эмалями.

Различные пропитки древесины являются наиболее эффективными методами повышения огнезащиты, сводя к минимуму вероятность возгорания, но уменьшают жизнеспособность конструкции. Обработка красками, лаками и эмалями – менее эффективный, зависимый от

толщины слоя способ защиты, но, помимо огнеупорности, позволяет добиться влагостойкости и повысить декор покрываемого материала. Пасты и штукатурки рекомендуются к применению в сухих помещениях в связи с их низкой трещиностойкостью, поэтому необходимо правильно выбирать состав.

На основе данных методов повышения огнезащиты и полученных данных по пожарам, предлагаются следующие рекомендации по сохранению деревянных конструкций и предохранению населения от возможного ущерба:

1) обеспечение целевой помощи в проверке и ремонте электрооборудования;

2) обеспечение целевой помощи в переселении из ветхого и аварийного жилья или ремонте с использованием методов повышения огнезащиты;

3) проведение проверки пригодности печного отопления в частном секторе;

4) реконструирование объектов деревянного зодчества Томской области с использованием методов повышения огнезащиты.

Помимо ремонта, проводить информирование населения, в том числе с использованием интернет-технологий. Кроме того, повысить защиту деревянного зодчества, внесенного в список архитектурных шедевров, являющихся элементами памяти о русской сибирской культуре XVIII–XIX вв., с помощью установки наблюдения за объектами с возможностью записи и установки автоматических устройств пожаротушения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новостная сводка о пожарах в Томской области за 2021 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://news.vtomske.ru/news/188876-svyshe-370-chelovek-spasli-iz-pojarov-v-tomskoi-oblasti-za-2021g>, свободный (дата обращения: 09.03.2022).

2. Новостная сводка о пожарах в Томской области за 2020 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.riatomsk.ru/article/20210225/pozhari-tomskaya-oblastj-statistika-2020/>, свободный (дата обращения: 09.03.2022).

3. Строительство. Сведения о вводе в эксплуатацию зданий жилого назначения за январь–ноябрь 2021 г. – Режим доступа: URL: <https://tmsk.gks.ru/folder/37242>, свободный (дата обращения: 09.03.2022).

4. Орлов Д.А., Евдокимова А.О. Анализ приемов повышения огнестойкости деревянных конструкций // Технические науки – от теории к практике. – 2014. – Вып. 33. – С. 140–146 [Электронный ресурс]: Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-priemov-povysheniya-ognestoykosti-derevyannyh-konstruktsiy>, свободный (дата обращения: 09.03.2022).

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ ГЛИНЫ  
КОРНИЛОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУР**

*И.В. Шрейдер, Д.Е. Куликов, студенты каф. РЭТЭМ*

*Научный руководитель А.С. Анкарьян, д.т.н., проф. каф. РЭТЭМ,  
специалист в области теплофизики  
г. Томск, ТУСУР, inna.shreider.02@gmail.com*

Водопоглощение – способность материала или изделия впитывать и удерживать в порах и капиллярах воду. В представленной статье приведены результаты исследования водопоглощения глины Корниловского месторождения; показана зависимость водопоглощения от температуры.

**Ключевые слова:** глина, влага, температура, проверка.

Глины бывают различными, в зависимости от их вида и типа, способа получения, сферы применения, постобработки, назначения.

Для каждой области использования нужен суглинок с различными теплофизическими и химическими характеристиками. К примеру, для производства кирпича либо керамзита важными будут одни свойства, а для использования материала в сфере медицины или косметической медицины – другие [1].

Не всегда данные свойства на самом деле значимы с практической точки зрения, многочисленные из них считаются энциклопедическими и предопределяются только лишь в лаборатории. По этой причине разберемся с абсолютно всеми отмеченными характеристиками немного детальнее.

Качества глин, используемых в научно-технических действиях, могут быть объединены в 4 основные группы: водные, механические, сушильные и обжиговые (термические) [2].

Исследования проводятся совместно с учеными Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Академии наук (ИФПМ СО РАН).

Проверка глины на водопоглощение проводится для определения таких прочностных свойств, как степень горения, качество и поведение при атмосферных воздействиях [3].

Механические и термические характеристики нами были изучены в 1-м и 2-м этапах, а в представленной статье рассмотрим – водопоглощение глины при различных температурных воздействиях [4].

**Влагопоглощение глин** – технологическое качество глины, определяющее ее способность впитывать влагу, сохраняя состояние материала, не изменяющееся под воздействием собственной силы тяжести.

Исследования на водопоглощение проводились в течение 13 суток. Первые двое суток был наиболее интенсивный процесс поглощения воды образцами, после чего его скорость снижалась в течение шести суток. На шестые сутки было достигнуто предельное значение водопоглощения – 1,14%, после которого процесс насыщения образцов водой оставался неизменным, несмотря на дальнейшее пребывание их в воде еще трое суток.

Эксперименты показали, что наименьшее водопоглощение 0,16% у образцов, обожжённых при 800°. Водопоглощение у всех образцов изменяется до определенного периода времени, при достижении предельного значения водопоглощение образцов остаётся неизменным, несмотря на дальнейшее пребывание в воде.

Низкий процент водопоглощения является одним из определяющих факторов при выборе состава шесты для изготовления материала. Это свидетельствует о том, что с увеличением температуры обжига уменьшается плотность образцов и увеличивается пористость (табл. 1).

Таблица 1

**Масса изготовленных материалов**

Температура обжига	800	900	1000	1100
Сутки	Масса, г			
1	4,74	2,34	3,02	8,63
2	6,04	2,84	3,60	10,30
4	6,14	2,86	3,60	10,36
6	6,21	2,88	3,63	10,39
8	6,24	2,88	3,63	10,41
10	6,26	2,88	3,63	10,43
13	6,25	2,88	3,64	10,45

Таким образом, метод был основан на впитывании образцом достаточного объема влаги, после этого использованный материал прекращает поглощать воду. С помощью этого метода была получена зависимость водопоглощения от температуры, при котором был обожжён образец (табл. 2).

Таблица 2

**Водопоглощение, %**

Температура обжига	800	900	1000	1100
Сутки	Водопоглощение, %			
2	27,4	21,368	19,20	19,35
4	1,65	0,70	0,83	0,58
6	1,14	0,69	0,83	0,29
8	0,48	0,69	0,83	0,19
10	0,32	0,69	0,83	0,19
13	0,16	0,69	0,27	0,19

Чем больше водопоглощающая способность, тем ниже его прочность. Исходя из проведенной работы, можно сделать вывод, что глина Корниловского месторождения имеет невысокое водопоглощение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 9169–75. Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация. – Взамен ГОСТ 9169–59; введ. 1976-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – С. 2.

2. Керамика. Свойства глины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stroy-tip.ru/>, свободный (дата обращения: 10.03.2022).

3. Строительная энциклопедия. Испытание на водопоглощение кирпичей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://theconstructor.org/>, свободный (дата обращения: 06.03.2022).

4. Исследование влияния вскрышных пород на техносферную безопасность при добыче полезных ископаемых. Молодой ученый [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/385/84842/>, свободный (дата обращения: 10.03.2022).

## СЕКЦИЯ 8

### POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS' RESEARCH IN ELECTRONICS AND CONTROL SYSTEMS

*(Секция на английском языке)*

*Председатель секции – Покровская Е.М.,  
зав. каф. ИЯ, 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 628.9.041.4

#### OVERVIEW OF THE MAIN PARAMETERS OF LED EMITTING ELEMENTS

*M.V. Andreeva, Assistant of the Department of Radioelectronic  
Technologies and Environmental Monitoring  
Scientific adviser V.I. Tuev, head of the Department of Radioelectronic  
Technologies and Environmental Monitoring, Doctor of Technical Sciences  
Tomsk, TUSUR, tvi\_retem@main.tusur.ru*

This article discusses the parameters of LED emitting elements. Lighting plays an important role in human activities. Therefore, the main parameters that affect the visual activity of a person were chosen for consideration.

**Keywords:** LED emitting element, luminous flux, correlated color temperature, color rendering index.

LED lighting is one of the promising areas of artificial lighting technologies based on the use of LEDs as a light source. The development of LED lighting is directly related to advances in white LED technology. So-called super-bright LEDs have been developed for artificial lighting [1].

LEDs are devices based on semiconductor elements with an electron-hole junction. These devices emit a glow only when electric current passes through them [2].

The purpose of this work is to consider the main parameters of LED emitting elements. However, since there are quite many of such parame-

ters, we consider those that have a direct impact on a person. These characteristics include voltage, supply voltage and frequency, current-voltage characteristic, luminous flux, correlated color temperature, color rendering index, and luminous intensity curve.

Lighting devices are designed to create illumination on surfaces in the field of view and provide a light environment favorable for people to perform various activities. Therefore, the characteristics that have a visual impact on a person were considered. These are luminous flux, correlated color temperature, color rendering index, and luminous intensity curve.

1. Luminous flux. This value makes it possible to visually evaluate the light energy. The brightness of the glow of the lamp can be judged by its light output, which is calculated as a quotient between the luminous flux and the power consumption. For high-quality LED lamps, this parameter is 100 lm/W and above.

2. Correlated color temperature. It gives information about the shade of the glow of the lamp. This temperature is measured in Kelvins. In fact, this parameter corresponds to the temperature at which the black body begins to emit light of the same shade as the given LED lamp. The higher the color temperature, the colder the white light of the LEDs appears. In Fig. 1 you can see the values of the light color temperature.



Fig. 1. Correlated color temperature

3. Color rendering index. This characteristic gives an idea of how natural the color shades of objects look when illuminated by a particular lighting fixture.

4. Luminous intensity curve (LIC). When buying a LED lighting fixture, it is important to choose the right LIC that determines the angle of dispersion of its luminous flux. With the wrong choice, accidents can occur on the roads, and defects in the illumination of buildings may appear. There are several types of LIC. It is concentrated, deep, cosine, and wide [3].

In this article, the characteristics that have a visual impact on a person were considered. These are the luminous flux, correlated color temperature, color rendering index, and luminous intensity curve.

In the future, it is planned to measure these characteristics of LED emitting elements from various manufacturers. This is necessary in order to make an experimental sample of the LED emitting element based on these data.

#### REFERENCE

1. Schubert F.E. LEDs. – M.: Fizmatlit, 2008. – 496 p.
2. Bugrov V.E., Vinogradov K.A. Optoelectronics of LEDs. – St. Petersburg: NRU ITMO, 2013. – 174 p.
3. Nikiforov S.G. The system of LED parameters Electrical, photometric, spectral (colorimetric) and energy characteristics // Solid-state lighting. – 2011. – No. 5 (13). – P. 16–27.

UDC 378.147

#### DEVELOPMENT OF THE STRUCTURE OF A REMOTE REAL-VIRTUAL LABORATORY

*L.A. Gembuh, Ph.D. student of the Department of Computer Systems  
in Management and Design*

*Scientific supervisor V.M. Dmitriev, Professor of the Department  
of Computer Systems in Management and Design,*

*Doctor of Technical Sciences*

*Tomsk, TUSUR, lev.gembuh@mail.ru*

The article describes the structure of a real-virtual laboratory. A structural diagram of the laboratory is presented. A brief overview of data transfer protocols is given, and the remote desktop protocol is selected as the most suitable for the task.

**Keywords:** distance learning, data transfer protocols, microcontroller, real-virtual laboratory.

Currently, due to the increase in the pace of life and the general situation in the world associated with the pandemic, distance learning is becoming increasingly popular. Distance learning allows you not to interrupt the learning process under various circumstances that do not allow the student to be physically present at the lesson. For example, a working person can take a course and complete the final tasks at a convenient time. In addition, distance learning allows the user to have constant access to all course materials, electronic lectures, and even video recordings.

This topic is relevant because it is currently planned to introduce a course «Elements and Devices of Robotic Systems» at the Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics at the Department of Computer Systems in Management and Design (CSUP). This course will be designed to teach students how to work with various sensors, motors, and power supplies. It is planned to be conducted both in person and remotely in a real-virtual laboratory. A real-virtual laboratory is a laboratory in which an experiment on a real object is carried out using automated computer tools.

The purpose of this work is to develop the structure of a remote real-virtual laboratory and choose a data transmission protocol. The development is based on an automated complex for laboratory work created at the CSUP department [1].

We analyzed the existing automated complex for conducting laboratory work in person and developed the structure of a remote real laboratory (Fig. 1).

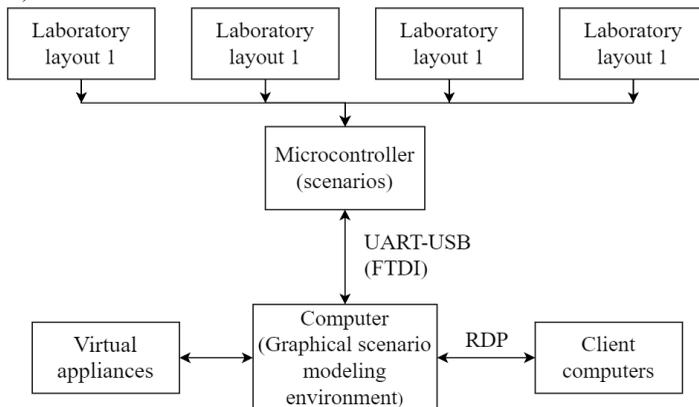


Fig. 1. The structure of the remote real-virtual laboratory

Here, the client computer is connected via the remote desktop protocol (RDP) to the computer running the Graphical Scenario Modeling Environment [2]. Then, a scenario is formed for the laboratory work performed on one of the laboratory layouts. After that, the created script is loaded onto a microcontroller connected to the laboratory layout using a USB-UART adapter from FTDI. Next, the data are received from the sensors to the microcontroller and transmitted to the computer. Finally, the data are displayed on the virtual instrument panel [3].

The client-server communications use the RDP protocol [4]. RDP is a protocol developed by Microsoft; it provides the user with a graphical interface to connect to another computer via a network connection. For this

purpose, the user employs the RDP client software, while another computer must run the RDP server software by the server running the terminal connection service.

It is also possible to use protocols such as transmission control protocol (TCP) and user datagram protocol (UDP) [5]. The TCP protocol is reliable because a connection is established between the client and the server before the data transfer begins. This client-server connection is called a handshake. The handshaking process ensures the reliability of data transmission, but can significantly slow down the data transfer rate if data are sent in small portions. The UDP protocol, unlike TCP, does not establish a pre-connection between the client and the server, but immediately sends a block of data called a datagram. The datagram does not contain information in the header confirming the delivery of the package to the recipient or determining the location of the package in the original sequence of data. This may lead to the fact that the data may be lost and not reach the recipient.

Since virtual devices will be used in the laboratory, a sufficiently fast data transfer rate is needed between the computer and the microcontroller. For this, a UART-USB adapter on the FTDI chip can be used. The adapter can ensure the operation of the RS-232 protocol named COM port, which allows you to transfer data quickly enough. To transfer data between the client's computer and the server, you can use RDP as a fairly fast and convenient protocol.

This article discusses the general structure of a remote real-virtual laboratory, which allows students to participate in the learning process remotely. It was shown that the three considered protocols enable data transfer between the client and the server. The developed structure will be used for further development of a remote real-virtual laboratory.

#### REFERENCES

1. LARM: automated laboratory workshop on electrical engineering and electronics: textbook. handbook for universities / V.M. Dmitriev, A.V. Shutenkov, T.V. Ganzha, A.N. Kurakolov. – Tomsk: V-Spektr, 2010. – 186 p. (in Russ.).
2. Dmitriev V.M., Ganzha T.V., Bukreev A.S. Simulation of dynamic object management scenarios based on the X-Robot graphical language // Reports of TUSUR. – 2018. – Vol. 21, No. 21. – Part 1, P. 75–80 (in Russ.).
3. FTDI [Electronic resource]. – Access mode: <https://en.wikipedia.org/wiki/FTDI#:~:text=Future%20Technology%20Devices%20International%20Limited%2C,Он%20разрабатывает%2C%20производит%20и%20supports> (accessed: 1.01.2022).
4. RDP [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.securitylab.ru/analytics/367591.php> (accessed: 15.01.2022) (in Russ.).
5. TCP and UDP [Electronic resource]. – Access mode: <https://doka.guide/tools/tcp-udp-protocols/> (accessed: 20.01.2022) (in Russ.).

# СОДЕРЖАНИЕ

## СЕКЦИЯ 3

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

#### Подсекция 3.1

#### ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

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

<b>Ю.М. Козлова, К.С. Балахнина, А.В. Воробьев, О.А. Гороховский</b> Джойстик для игры в Angry Birds .....	19
<b>А.С. Гончаров</b> Архитектура программного обеспечения управления прогноznыми моделями «умного» производства .....	21
<b>В.К. Шабалин, Д.А. Чебыкин, Д.Д. Пимонов, И.В. Климов, С.А. Краснов</b> Структура и прототип веб-приложения для изучения японского языка .....	24
<b>С.А. Кондратьев, А.К. Ершова</b> Обзор технологий для создания web-сервиса центра космического мониторинга Земли ТУСУРа .....	26
<b>А.С. Новикова, С.А. Хоменкова, А.Д. Ковейлер</b> Разработка нейросети для захвата движения .....	29
<b>В.С. Завязтов, П.А. Куминов, Д.С. Лисица, Г.С. Кургаева</b> Обзор программных систем совместной разработки документов .....	31

#### Подсекция 3.2

#### РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

*Председатель – Сенченко П.В., проректор по учебной работе  
ТУСУРа, доцент каф. АОИ, к.т.н.;*  
*зам. председателя – Сидоров А.А., зав. каф. АОИ, к.т.н.*

<b>А.М. Васильев, Е.И. Баринев</b> Программное обеспечение для организации и проведения соревнований по игровым видам спорта .....	34
<b>Г. Гелисханов</b> Архитектура основных моделей базы данных для веб-сервиса «Управление общежитием» на основе реляционных баз данных .....	36
<b>Г.А. Волокитин, Р.С. Кульшин, С.В. Коновалов</b> Использование цифровых двойников в ритейле .....	39

<b>С.В. Коновалов, Р.С. Кульшин, Г.А. Волокитин</b> Программное обеспечение кодогенерации и его использование при разработке мобильных приложений .....	41
<b>М.М. Мамочкин, А.С. Робонен</b> Микросервисы – исследование методов взаимодействия с внешними сервисами .....	44
<b>М.М. Пуговкин</b> Методы обеспечения безопасности распределенных информационных систем (РИС) .....	47

### **Подсекция 3.3**

#### **АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИКЕ И ОБРАЗОВАНИИ**

*Председатель – Дмитриев В.М., проф. каф. КСУП, д.т.н.;  
зам. председателя – Ганджа Т.В., проф. каф. КСУП, д.т.н.*

<b>Н.М. Дубинин</b> Структура и принципы использования базы данных о пациентах, страдающих глаукомой .....	52
<b>В.Ю. Незнамов</b> Разработка диспетчеризации системы клетового подъема с возможностью удаленного управления .....	53
<b>Д.А. Дашкевич, М.В. Липовка</b> Автоматизированная система управления движением на пункте весового контроля автотранспорта .....	57
<b>А.С. Мнацаканян, В.А. Горячев</b> Изучение процессов обмена данными по основным промышленным протоколам с устройствами среднего уровня .....	59
<b>А.В. Токарева</b> Анализ современного состояния исследований в области комбинаторной генерации .....	62
<b>К.С. Жохов</b> Автоматизированное измерение параметров усилителя мощности в рабочем режиме .....	65

### **Подсекция 3.4**

#### **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ**

*Председатель – Ходашинский И.А., проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.; зам.  
председателя – Сарин К.С., доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.*

<b>А.Я. Аль-Азави; А.Д. Алшаиби, М.М. Аль-Ани</b> Сравнение баз данных арабской речи .....	68
<b>И.А. Кривошеин, А.А. Боровской</b> Сравнение методов классификации на наборах данных по информационной безопасности .....	71

<b>П.Ю. Лаптев, С.А. Литовкин, С.А. Давыденко</b>	
Создание нейронной сети для анализа изображений в задаче проверки актуальности информации на примере ценников.....	74
<b>А.В. Герасимов</b>	
Метаэвристика Lion Algorithm для поиска минимума математических функций.....	76
<b>М.А. Илюткин</b>	
Нахождение оптимальных значений заданных математических функций с помощью OSA.....	79
<b>А.Ю. Кириличев</b>	
Верификация автора неизвестного текста на основании стилистического анализа.....	82
<b>А.А. Боровской, И.А. Кривошеин</b>	
Отбор признаков для нечёткого классификатора с использованием алгоритма белок-летяг.....	85
<b>Д.Ю. Мельник</b>	
Генетический алгоритм с изменяемой длиной хромосомы для построения нечеткого классификатора.....	88
<b>А.А. Паскаль</b>	
Метаэвристический алгоритм Future Search Algorithm для решения задач оптимизации функций.....	91
<b>Д.С. Савельев</b>	
Исследование метаэвристического алгоритма оптимизации пустынных канюков в задаче нахождения оптимального решения и оценка результатов его работы.....	94
<b>М.И. Саяпина</b>	
Нечеткая система типа Min-Max для обнаружения атак на сетевые соединения.....	98
<b>Р.С. Шуклин</b>	
Метаэвристика Sailfish Optimizer для поиска минимума математических функций.....	100
<b>В.П. Турнаева</b>	
Метаэвристический алгоритм Rock Nuthaxes Swarm. Алгоритм каменных дамн для решения задачи оптимизации.....	103
<b>Д.А. Вычиков</b>	
Разработка нейронной сети для распознавания речи.....	106
<b>Подсекция 3.6</b>	
<b>МОЛОДЕЖНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ</b>	
<i>Председатель – Костина М.А., доцент каф. УИ, к.т.н.;</i> <i>зам. председателя – Нариманова Г.Н., зав. каф. УИ, к.ф.-м.н.</i>	
<b>А.А. Абдувалиев</b>	
Разработка тренажера тушения пожара гражданских объектов с помощью технологий виртуальной реальности.....	109

<b>У.У. Аблокулов</b>	
Симулятор тушения пожаров промышленных объектов с помощью технологий виртуальной реальности .....	111
<b>Я.И. Антоненко</b>	
Применение технологии LoRa для дистанционного наблюдения за объектом .....	114
<b>Е.А. Архипова</b>	
Проектирование системы охранной сигнализации в лаборатории робототехнических манипуляторов .....	116
<b>И.А. Чащин</b>	
Разработка блока выходной диспетчеризации для Ethernet-коммутатора ..	119
<b>Б.В. Дорошенко, А.И. Солдатов</b>	
Обзор медицинских ультразвуковых систем .....	121
<b>В.С. Филатова</b>	
Применение аддитивных технологий при создании крупногабаритных объектов в палеонтологии.....	124
<b>В.С. Филатова</b>	
Особенности разработки бизнес-модели в стартапе.....	126
<b>О.В. Гальцева</b>	
Технологическое содержание новой промышленной революции.....	128
<b>Т.Б. Колкобаев</b>	
ERP-системы: преимущества, недостатки системы планирования ресурсов предприятия .....	131
<b>Т.Б. Колкобаев</b>	
Теория риск-менеджмента в современных экономических условиях .....	133
<b>А.Е. Новиков</b>	
Трудности и проблемы внедрения концепции HACCP на пищевых предприятиях .....	136
<b>М.А. Пикуль</b>	
Разработка веб-приложения для контроля и управления линиями электросети бытового помещения .....	140
<b>Д.И. Веселов, В.Б. Порутчиков</b>	
Обзор онлайн-сервисов для внедрения канбан-досок в учебный процесс ..	142
<b>Д.И. Веселов, В.Б. Порутчиков</b>	
Обзор виртуальных досок для работы на учебных занятиях .....	145
<b>Т.Н. Мосунова, В.А. Хамзина, Е.С. Костюк, Н.А. Романенко</b>	
Применение оценочных средств для онлайн-курса по программам ДПО .....	148
<b>Т.Н. Мосунова, В.А. Хамзина, Е.С. Костюк, Н.А. Романенко</b>	
Подбор маркетинговых средств продвижения онлайн-курсов по программам ДПО.....	151
<b>Е.А. Руденко</b>	
Управление рисками проекта в маркетинговой деятельности.....	155
<b>Е.В. Сафронова, В.С. Сафронов</b>	
Веб-интерфейс для визуального представления данных пациентов с клещевыми инфекциями .....	158

<b>М.И. Самолутченко, А.И. Солдатов</b>	
Методы локализации источников электромагнитных помех в ближней зоне печатных плат .....	162
<b>В.Б. Порутчиков, Д.И. Веселов</b>	
Обзор программного обеспечения для изготовления скринкастов в учебных целях .....	164
<b>П.В. Жданова</b>	
Позиционирование смартфонов с использованием глобальных навигационных спутниковых систем .....	167

### **Подсекция 3.7**

#### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

*Председатель – Зариковская Н.В., доцент каф. АОИ,  
ген. директор ООО «АльдераСофт», к.ф.-м.н.;  
зам. председателя – Колотаев И.В., ст. разработчик ООО «Синкретис»*

<b>А.А. Мухачева, А.А. Подлеснова, Н.Д. Шабанов, А.Е. Гужов</b>	
Разработка модуля профориентации для школьников в платформе «Digital HR» .....	171
<b>Э.Э. Белозерцев, П.Ю. Давыдченко, В.А. Семенов</b>	
Разработка системы электронного документооборота на факультете безопасности (на примере АИС для подготовки документов для прохождения всех видов практик) .....	174
<b>М.Д. Пахмурин, В.С. Шелихов</b>	
Разработка программы для моделирования и визуализации распространения тепла в тканях человека .....	177
<b>А.М. Потлог, А.С. Слесаренко, И.В. Ячный</b>	
Мониторинг состояния базы данных MySQL .....	180
<b>М.Б. Сыч</b>	
Применение свёрточных нейронных сетей для обнаружения кальцинатов в лёгких .....	182
<b>А.Б. Титова</b>	
Автоматизация построения лекал одежды с использованием трехмерного сканирования .....	185
<b>В.А. Зайцев, В.В. Соколова</b>	
Разработка мобильного приложения для мониторинга загрязнения воздуха ...	188
<b>Д.А. Жуков</b>	
Программная библиотека распознавания смысла текста .....	192
<b>А.Б. Дарижапов, Д.В. Кручинин</b>	
Транслятор преобразования базы знаний в онлайн-сервисе .....	194

### **Подсекция 3.8**

## **ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

*Председатель – Хабибулина Н.Ю., доцент каф. КСУП, к.т.н.; зам.  
председателя – Потапова Е.А., ст. преп. каф. КСУП*

**Н.Р. Дууза**

Веб-приложение «Позиционирование 3D-моделей на карте»..... 198

**Г.П. Лубов, В.В. Сеченов, И.А. Еришов**

Профилирование C++ приложений..... 201

**А.А. Голубков**

Применение подхода Event Sourcing для увеличения  
точек эволюции корпоративных приложений ..... 205

**А.И. Малышев, А.А. Голубков**

Использование OAuth для безопасного обмена информацией  
о пользователе между сервисами ..... 207

**А.Р. Дязай, А.А. Березин, Е.В. Кабанова**

Модификация программных модулей автоматизированной  
обработки результатов измерений СВЧ-компонентов ..... 210

**К.В. Васильев, Р.С. Кириллов**

Анализ программ для 3D-моделирования ..... 212

**Д.Д. Юдин, Е.И. Косенко, А.А. Сидоров**

Применение онлайн-сервиса Figma при проектировании  
и разработке информационной системы ..... 215

**В.А. Козлюк**

Реализация интерфейса для прошивки устройств NAP 100X  
по протоколу RS-485 ..... 219

**С.А. Леонов**

Разработка web-приложения для генерации основных  
профессиональных образовательных программ ..... 222

**В.В. Сеченов, Г.П. Лубов, И.А. Еришов**

Замеры скорости работы TRY-CATCH в сравнении  
с обычным возвратом HRESULT|INT|BOOL ..... 226

**И.А. Еришов, В.В. Сеченов, Г.П. Лубов**

Алгоритмы обфускации приложений (C# или C++)..... 229

**А.Е. Бобылева, А.Ю. Меньшиков, А.Е. Соловьёва**

Изучение представленных на рынке бесплатных программных  
обеспечений по обучению нейронных сетей с целью выявления  
наиболее оптимальных для работы начинающим пользователям..... 232

**Д.С. Шифман, М.Д. Олейников**

Применение искусственных нейронных сетей  
в авиационной орнитологии ..... 235

**А.М. Потлог, А.С. Слесаренко, И.В. Ячный**

Разработка приложения оператора FrontOffice ..... 237

<i>С.О. Шестаков, А.М. Бутин, Е.В. Добышев</i>	
Графическая оболочка для поиска по базе данных MySQL.....	240
<i>Д.А. Самойлов, И.В. Шихман, Б.Е. Кос</i>	
Машинное зрение .....	243
<i>Е.М. Суберляк</i>	
Разработка мобильного приложения учета посещаемости студентов .....	246

## **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.*

<i>И.М. Белянин</i>	
Переход биосферы в ноосферу и концепция устойчивого развития.....	249
<i>А.С. Фархутдинова</i>	
Проблема загрязнения питьевой воды в г. Томске .....	252
<i>С.С. Ильичёв</i>	
Оценка охраны труда на производственном объекте ООО «Вектор» г. Нефтеюганска .....	254
<i>Е.О. Кандрашова</i>	
Система управления профессиональными рисками в 2022 г.....	257
<i>А.С. Канисеев, К.Б. Казакова</i>	
Обзор предпосылок и изменений законодательства в области охраны труда .....	259
<i>А.С. Кононенко</i>	
Информационное моделирование вероятности столкновения космического аппарата с космическим мусором .....	262
<i>А.Е. Лунина</i>	
Экологические аспекты выращивания мяты под лампами различного спектрального состава .....	265
<i>Н.Д. Меркулов</i>	
Формирование экологической культуры обучающихся старших классов (8–11-е классы) в рамках современной образовательной программы.....	267
<i>Т.С. Михальченко</i>	
Применение инсектицидного устройства для обеспечения нормальных условий труда на производстве .....	271
<i>А.А. Нестеркина</i>	
Использование ГИС в экологических исследованиях .....	273
<i>Е.И. Нижевич, А.П. Шкарупо</i>	
Влияние микропластика на выживаемость аквариумных рыб .....	276
<i>Г.З. Ягудина, А.К. Садаева</i>	
Биотехнологические подходы к рациональному использованию древесных отходов.....	277

<b><i>А.В. Шагалов, А.П. Шкарупо</i></b>	
Влияние дизельного топлива на выживаемость пресноводных ракообразных амёб р. Ушайки .....	281
<b><i>А.С. Казиминова, В.Д. Смирнов</i></b>	
Повышение уровня культуры безопасности у школьников методом изучения правил оказания первой помощи .....	283
<b><i>З.А. Тутова, Д.С. Сысоева</i></b>	
Важность обучения школьников приемам психологической поддержки .....	285
<b><i>Е.А. Кулькова</i></b>	
Анализ влияния железнодорожного транспорта на загрязнение водной среды в зоне Читинского участка БАМ, станция Уруша .....	288
<b><i>К.Н. Лежнин</i></b>	
Проблемы внедрения наилучших доступных технологий в России .....	290
<b><i>Е.Ю. Перкова</i></b>	
Статистика экстремальных ситуаций аварийного характера на транспорте в России за период 2016–2021 гг. ....	293
<b><i>М.А. Лазичева, А.О. Унтеров</i></b>	
Система управления охраной труда в организациях .....	296
<b><i>А.А. Волковский</i></b>	
Пожароопасность деревянных построек Томской области .....	299
<b><i>И.В. Шрейдер, Д.Е. Куликов</i></b>	
Исследование водопоглощения глины Корниловского месторождения в зависимости от температур .....	302

## **СЕКЦИЯ 8**

### **POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS' RESEARCH IN ELECTRONICS AND CONTROL SYSTEMS**

*(Секция на английском языке)*

*Председатель – Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ, 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*

<b><i>M.V. Andreeva</i></b>	
Overview of the main parameters of led emitting elements .....	305
<b><i>L.A. Gembuh</i></b>	
Development of the structure of a remote real-virtual laboratory .....	307

*Научное издание*

# **НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2022**

**Материалы  
Международной научно-технической конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
«Научная сессия ТУСУР–2022»**

**18–20 мая 2022 г., г. Томск**

**В трех частях**

**Часть 2**

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

---

Издательство «В-Спектр».  
Сдано на верстку 15.04.2022. Подписано к печати 05.06.2022.  
Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать трафаретная. Печ. л. 20  
Тираж 100 экз. Заказ 6.

---

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. 8 905 089 92 40  
E-mail: [bvm@sibmail.com](mailto:bvm@sibmail.com)