

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

Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР

**по материалам
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

С 23

С 23 Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР, Томск, 18–20 мая 2022 г.: в 3 ч. – Томск: В-Спектр, 2022. – Ч. 2. – 248 с.

ISBN 978-5-91191-471-4

ISBN 978-5-91191-472-1 (Ч. 1)

ISBN 978-5-91191-473-8 (Ч. 2)

ISBN 978-5-91191-474-5 (Ч. 3)

Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР включает избранные доклады по итогам Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Конференция посвящена различным аспектам разработки, исследования и практического применения радиотехнических, телевизионных и телекоммуникационных систем и устройств, сетей электро- и радиосвязи, вопросам проектирования и технологии радиоэлектронных средств, аудиовизуальной техники, бытовой радиоэлектронной аппаратуры, а также автоматизированных систем управления и проектирования. Рассматриваются проблемы электроники СВЧ- и акустооптоэлектроники, нанофотоники, физической, плазменной, квантовой, промышленной электроники, радиотехники, информационно-измерительных приборов и устройств, распределенных информационных технологий, вычислительного интеллекта, автоматизации технологических процессов, в частности, в системах управления и проектирования, информационной безопасности и защиты информации. Представлены статьи по 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 978-5-91191-471-4

ISBN 978-5-91191-473-1 (Ч. 2)

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

Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР

**по материалам
Международной научно-технической конференции
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 наноэлектронных 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.; Осирко 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. председателя – Денисова Татьяна Владимировна, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.

Секция 7. Открытия. Творчество. Проекты. (Секция для школьников). Председатель секции – Мозгунов Алексей Викторович, начальник ОНИР; зам. председателя – 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 Ирисметовна, ст. преподаватель каф. ИЯ; Соболевская Ольга Владимировна, ст. преподаватель каф. ИЯ; Таванова Эльвира Борисовна, ст. преподаватель каф. ИЯ.

**Адрес оргкомитета:
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40,
ФГБОУ ВО «ТУСУР»**

Научное управление (НУ), к. 205. Тел.: 8-(382-2) 701-524

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); 4-я секция (подсекция 4.1–4.3).

3-я часть – 5-я секция (подсекции 5.1–5.8); 6-я секция; 8-я секция.

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 м²**, включая **1 260 м²** 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 Технолджиз»
Калентьев Алексей Анатольевич*

СЕКЦИЯ 3

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И СИСТЕМЫ**

(стр. 19 – 157)

СЕКЦИЯ 4

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

(стр. 158 – 240)

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 004.932

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ВЫДЕЛЕНИЯ ПАТТЕРНОВ ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

А.Б. Кураков, А.Б. Гомбоин, магистранты

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

Разработана система для решения проблем быстрой и точной диагностики болезней опорно-двигательного аппарата. Данные болезни становятся как никогда актуальны из-за увеличения сидячей работы. Однако современных и удобных систем, работающих в той сфере, не так много. Рассматривается создание информационной системы, нацеленной на определение параметров походки человека, что способствует быстрее и точнее определять диагноз пациентов специалистам в медицинской сфере.

Ключевые слова: информационная система, медицина, изображение, обработка, параметры походки человека.

Походка человека определяется совокупностью множества функций организма человека, которые проявляются у каждого индивидуально. Индивидуальность человека проявляется в росте, массе тела, типе фигуры, размера ноги, мышечной массы, особенностях центральной нервной системы и т.д. С одной стороны, процесс ходьбы

представляется механическим, почти автоматически регулярно проявляющимся процессом, позволяющим человеку перемещаться в пространстве при различных препятствиях [1].

С другой стороны, процесс перемещения человека во время ходьбы является значительно сложным, так как требует затрат ресурсов всего организма для поддержания равновесия и устойчивого направления движения с ориентацией в трех плоскостях. Учитывая вышесказанное, походка определяет не только способность человека ходить, но и при этом выражать определенные характеристики в виде эмоций, состояния здоровья, характера, типа профессии.

Разработка информационных систем, способных обрабатывать данные движения человека из видеопотока, является актуальной и необходимой в современном мире. Такие системы в будущем помогут упростить диагностику болезней опорно-двигательного аппарата. Необходимость таких систем подтверждает и ВОЗ, призывающая развивать диагностику и реабилитацию таких болезней [2].

Проектирование системы. Разрабатываемая система будет строиться на основе трехуровневой архитектуры с использованием тонкого клиента (рис. 1).



Рис. 1. Трехуровневая архитектура разрабатываемой системы

Разработка системы. Видеозаписи будут отправляться на сервер, после чего результат обработки будет возвращаться клиенту. Процесс обработки видеозаписи состоит из кадровой обработки видеозаписи по следующим шагам:

1. Получение кадра из видеопотока.
2. Первоначальная обработка, подразумевающая коррекцию яркости, и очистка от шумов.
3. Оценка фона, подразумевающая выделение статических пикселей из динамических. Добиться этого можно, сравнивая соседние в видеопотоке кадры.
4. Бинаризация, т.е. выделение фигуры человека белым на черном фоне.
5. Сглаживание.
6. Морфологические операции, т.е. устранение дефектов случайной структуры фигуры человека.

7. Определение центра тяжести человека.

После на основе полученных результатов формируется протокол, содержащий 14 параметров походки человека [3].

Клиентское приложение является кроссплатформенным и реализовано на языке программирования dart с использованием фреймворка flutter. Разработанный графический интерфейс является простым и понятным даже для пользователей с малой информационной подготовкой. Разработанный интерфейс представлен на рис. 2.

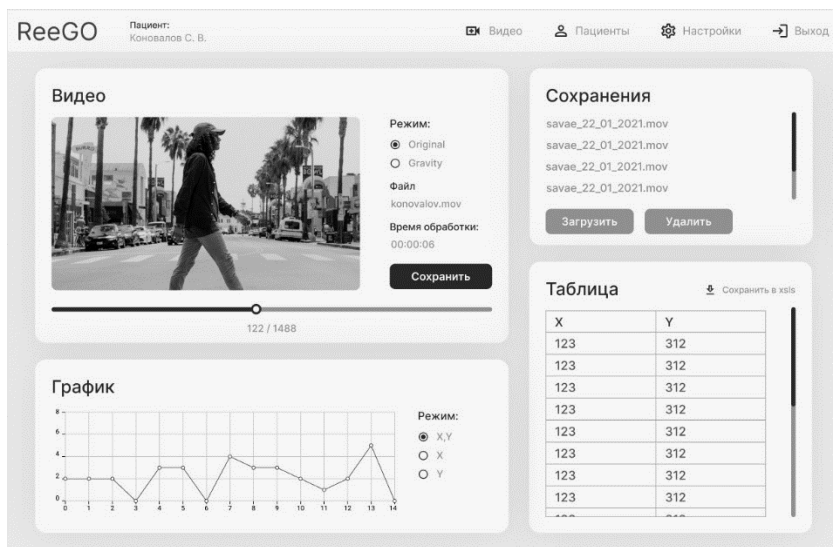


Рис. 2. Разработанный графический интерфейс

Заключение. Была разработана информационная система обработки изображений с целью выделения паттернов движения человека. Данная система проста и удобна в использовании. Данная система позволяет получать достаточно точные результаты, что поможет медицинским специалистам ставить правильные диагнозы своим пациентам в максимально короткие сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катаев М.Ю. Выделение паттернов движения на основе центра масс фигуры человека с использованием видеоизображений / М.Ю. Катаев и др. // Доклады ТУСУР. – 2019. – Т. 22, № 4. – С. 56–61.
2. Заболевания опорно-двигательного аппарата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions> (дата обращения: 06.03.2022).

3. Кураков А.Б., Соловьева И.В., Волокитин Г.А. Программа обработки изображений для целей определения параметров походки человека // Матер. докладов Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2020», Томск, 13–20 мая 2020 г. – Томск: В-Спектр, 2020. – Ч. 2. – С. 38–40.

УДК 004.932

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ ЦВЕТА КИРПИЧЕЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Р.К. Карпов, студент

*Научный руководитель М.Ю. Катаев., проф. каф. АСУ, д.т.н
г. Томск, ТУСУР, каф. АСУ, doitlaunot@gmail.com*

Различные предприятия и заводы по производству продукции до сих пор используют ручной физический труд, несмотря на то, что современные подходы автоматизации процессов с помощью компьютерного зрения достигли значительных результатов. Актуальность исследования определяется непрерывно возрастающими требованиями к скорости и достоверности получаемой технологической информации для управления производственными процессами.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, компьютерное зрение, кирпичи, производство, цвет, анализ.

Кирпич – это искусственный камень правильной формы, используемый в качестве строительного материала. Правильная форма или форма без дефектов – залог успешного строительства стен и других конструкций, поэтому контроль качества кирпичной продукции на предприятии имеет очень важную роль. Эффективность анализа качества кирпичной продукции заключается в используемых для этого методах. Так, на данный момент для анализа цвета кирпичей инженеры используют несколько кирпичей из всей партии для выявления средней оценки (визуально или с помощью приборов), что значительно снижает точность анализа всей партии. Цвет кирпича – это основной параметр, определяющий качество произведенной продукции, так как цвет кирпича говорит о наличии или отсутствии различных дефектов, например, наличие таких явно выраженных цветовых отличий, как белые полосы на красном кирпиче.

Автоматизированная система компьютерного зрения может решать задачи по оценке и анализу качества произведенной продукции. Основные показатели, которыми руководствуются инженеры при ана-

лизе, указаны в соответствующих нормативных документах ГОСТ. Для автоматизированной системы предлагается такое решение, при котором над транспортной лентой с блоком кирпичей будут находиться цифровые камеры, которые фиксируют и передают изображения в систему для обработки и анализа, как показано на схеме, изображенной на рис. 1.

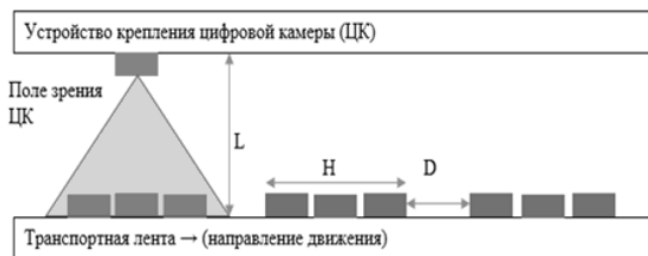


Рис. 1. Схема системы над транспортной лентой

Методы обнаружения и анализа изображений выделяют свойства кирпича на изображении, по которым можно определять наличие дефектов в производстве. После обработки изображений собираются все полученные данные, выполняется анализ с помощью различных методов, например, на основе сравнения полученных характеристик продукции с эталонными характеристиками, и формируется протокол. Изображение, полученное с помощью цифровых камер, подвержено внешним факторам, из-за чего цвет, который мы видим на изображении, может существенно отличаться от настоящего. Поэтому для анализа является важной задача по восстановлению цвета кирпичной продукции.

Основными влияющими на цвет факторами являются матрица камеры (ее аппаратная функция) и свет. Исходя из этого, значение пикселя в соответствующих координатах можно узнать по формуле (1):

$$DN(x, y) = \alpha + \beta * IN(x, y), \quad (1)$$

где IN – цвет пикселя в соответствующих координатах, который находится по формуле (2):

$$IN(x, y) = \int_{\Delta\lambda} (A(\lambda) * I(\lambda) * \cos(\varphi) * p(\lambda, x, y)) d\lambda, \quad (2)$$

где I – освещение (свет), $\cos(\varphi)$ – угол падения света, p – отражающая способность объекта, которая и определяет цвет, A – аппаратная функция цифровой камеры в RGB-каналах.

Поэтому, чтобы восстановить естественный цвет кирпича для анализа, необходимо исключить все возможные внешние факторы,

влияющие на цвет, а именно: воздействие освещения, угол падения света, и аппаратную составляющую цифровой камеры. Для этого необходимо решить следующее уравнение (3):

$$P = \frac{\int (A(\lambda) * I(\lambda) * \cos(\varphi) * p(\lambda, x, y)) d\lambda}{\int (A(\lambda) * I(\lambda) * \cos(\varphi)) d\lambda}. \quad (3)$$

Аппаратная функция камеры представляется в виде спектра излучения трех RGB-каналов, а свет – в виде спектра электромагнитного излучения. Во время производства имеется несколько источников света – естественный (солнце) и искусственный (лампочка над транспортной лентой). На рис. 2 представлены спектры излучения для разных ламп.

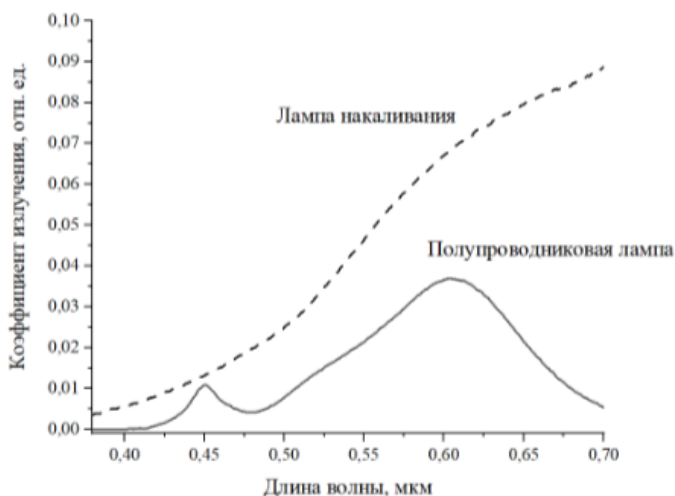


Рис. 2. Спектры излучения разных ламп (лампы накаливания и полупроводниковые лампы)

На практике спектр естественного источника света измерить невозможно из-за его динамичного состояния и отсутствия необходимых для этого приборов, поэтому мы можем использовать только спектр излучения искусственного источника света. Таким образом можно говорить, что решаемое уравнение – это уравнение свертки спектров излучения лампочки, аппаратной функции цифровой камеры и поверхности кирпича (отражающей способности).

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 530–2012. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. – М.: ВНИИСТРОМ «Научный центр керамики», 2013. – 49 с.

2. Визуальная колориметрия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/1887316/meditsina/vizualnaya_kolorimetriya, (дата обращения: 23.02.2022).

3. Основные методы испытания кирпича [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://buros.ru/metodi-ispitanii-kiirpicha>, (дата обращения: 23.02.2022).

4. Прэрт У. Цифровая обработка изображений. – М.: Мир, 1982. – Т. 1-2. – 1104 с.

УДК 004.932

КЛИЕНТСКАЯ ЧАСТЬ ВЕБ-СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ПОХОДКИ ЧЕЛОВЕКА ПО СКЕЛЕТНОЙ МОДЕЛИ

А.Б. Гомбоин, А.Б. Кураков, студенты

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

Представлена разработка клиентской части для веб-системы. Приводится дизайн, по которому версталась клиентская часть, и функциональные требования, по которым будет работать логика.

Ключевые слова: клиентская часть, сервер, серверная часть, front-end, dart, flutter, веб-система.

Клиентская часть – это устройство, которое подключается к удаленному серверу или компьютеру и может пользоваться его ресурсами и выполнять различные операции. Сервер может предоставлять клиенту такие ресурсы и услуги, как информация, файлы, вычислительные мощности и т.д. [4].

Dart – это язык программирования, который применяется для разработки клиентского программного обеспечения, мобильных приложений, десктопных приложений, серверов и т.д. Данный язык разработан компанией Google и был представлен впервые в Дании в 2011 г. Он полностью объектно-ориентированный и создан на классах, имеет сборщик мусора, и стиль его синтаксиса подобен языку программирования C. Dart может компилироваться в собственный код или в код JavaScript. Он поддерживает различные технологии ООП: интерфейсы, миксины, абстрактные классы, дженерики и т.д. [2].

Flutter – это платформа пользовательского интерфейса Google с открытым исходным кодом для создания веб-приложений, мобильных приложений, десктопных приложений и т.д. Данный фреймворк выпущен в 2017 г. и позволяет разработчикам писать единую кодовую

базу и использовать её на различных устройствах с разной операционной системой, к примеру на Android и iOS [1].

Flutter содержит SDK (Software Development Kit) и библиотеки пользовательского интерфейса на основе виджетов. Данная библиотека состоит из различных элементов, которые могут повторяться: кнопки, заголовки, тексты и т.д. [3].

В ходе работы над клиентской частью продумывались различные экраны, их количество и наполнение. Первым экраном, как и в любом веб-приложении, является экран авторизации. Он необходим для того, чтобы отделить каждого пользователя друг от друга и защитить их информацию, которую они будут загружать. В этом экране содержится лого веб-системы и два поля ввода: для логина и для пароля. На рис. 1 изображен экран авторизации.



Рис. 1. Экран авторизации

Второй экран, куда пользователь сразу переходит после экрана авторизации, является личный кабинет пользователя. В данном экране первым виджетом, который видит пользователь, является AppBar, где с помощью виджета Text указаны его фамилия, имя, отчество, и после идут различные кнопки, благодаря которым можно перейти на другие экраны, такие как изменение личных данных и выход из учетной записи. Далее на этом экране изображены виджеты с различной информацией о загруженных видео, показ текущего выбранного видео, показ его скелетной модели, кнопки для загрузки, удаления видео и отправки его различным специалистам и окно с обратной связью от специалиста. Кнопки реализованы с помощью виджета GestureDetector, который предоставляет различные возможности с обработкой нажатия.

Стоит отметить, что выше описан экран личного кабинета пользователя-пациента, также есть экран личного кабинета пользователя-специалиста. Данные экраны имеют ряд различий, у специалиста есть такие виджеты, как выбор пациента, после выбора конкретного паци-

ента будут отображены видео, которые отправлял только этот пациент, и окно для обратной связи имеет другую форму для отправки рекомендаций специалиста выбранному пациенту.

Вывод. В результате проведенной работы была реализована клиентская часть веб-системы на языке Dart и фреймворка Flutter, по описанной выше компоновке экрана и функциональным требованиям. Благодаря этому клиентская часть имеет достаточно понятный интерфейс, который позволит различным пользователям с ним легко разобраться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Учебник по симулятору с flutter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://books.google.ru/books?hl=ru&lr=&id=extDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR21&dq=flutter+mobile+app&ots=YVMte3ejFi&sig=qsGRYs1F4YHKGq1g6PnqST8Um8&redir_esc=y#v=onepage&q=flutter%20mobile%20app&f=false, свободный (дата обращения: 06.03.2022).

2. Bracha G. The Dart programming lanluage. – Addison-Wesley Professional, 2015. – 92 p.

3. Payne R. Beginning App Development with Flutter: Create Cross-Platform Mobile Apps. – Apress, 2019. – 96 p.

4. Bar-Noy A., Naor J.S., Schieber B. Pushing dependent data in clients-providers-servers systems // Wireless Networks. – 2003. – Vol. 9, No. 5. – P. 421–430.

УДК 004.932.72'1

АЛГОРИТМ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ МЕТОДОМ КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ ПОВЕРХНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ БПЛА

В.В. Рябухин, магистрант

*Научный руководитель М.Ю. Катаев, проф. каф. АСУ, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. АСУ, vovan.r.98@mail.ru*

Предлагается алгоритм для подготовки обучающей выборки для дальнейшего обучения нейронной сети на основе классификации типов поверхности гистограммным методом для изображений БПЛА. Результатом работы является полученная выборка из изображений, относящихся к основным типам поверхностей на основе разделения по критериям.

Ключевые слова: сельскохозяйственное поле, типы поверхностей, изображение, обучающая выборка, алгоритм распределения, распознавание объектов.

Методы подготовки обучающей выборки являются важными для обучения нейронной сети. От объема и качества обучающей выборки

напрямую зависит правильность распознавания объектов на изображениях. Предлагаемый в работе алгоритм позволяет уменьшить объём обучающей выборки за счет построения шаблонов заданных типов поверхности для блоков, на которые предварительно разбито изображение (рис. 1). Оценка каждого блока поверхности производится на основе анализа яркостных гистограмм каждого канала изображения.



Рис. 1. Исходное изображение поля, разбитого на блоки

В данной работе анализируется изображение сельскохозяйственного поля (см. рис. 1), на котором присутствуют несколько основных типов поверхностей, таких как земля (поле), участки зелени и лес, сторонние объекты (здания). Квадратами выделены участки, используемые для дальнейших расчётов.

Для более детального анализа размеры блоков приняли равными 100 м^2 , так как данный размер является оптимальным для изображения столь больших размеров. На следующем этапе после разбиения, производится распределение блоков на группы по типам поверхности и каждый тип поверхности разделяется на три подгруппы.

Выделяются зелень и земля и распределяются по критериям:

$N_{\text{земл}} > N_{\text{зел}}$, $N_{\text{земл}} \approx N_{\text{зел}}$, $N_{\text{земл}} < N_{\text{зел}}$, где N – количество пикселей на изображении, результаты представлены на рис. 2. Чтобы количественно подтвердить выделенные категории, строятся гистограммы, на которых показана причастность к каждому из критериев.

С помощью гистограмм можно наглядно разделить участки поверхности и выполнить расчёт количества пикселей, относящихся к

группе $N_{земл} > N_{зел}$, из расчётов для блока r8_c18 получено $N_{земл} = 805$ пикселей, $N_{зел} = 420$ пикселей. Для блока r10_c9, $N_{земл} = 611$ пикселей, $N_{зел} = 614$ пикселей и для блока r18_c16, $N_{земл} = 370$ пикселей, $N_{зел} = 855$ пикселей.

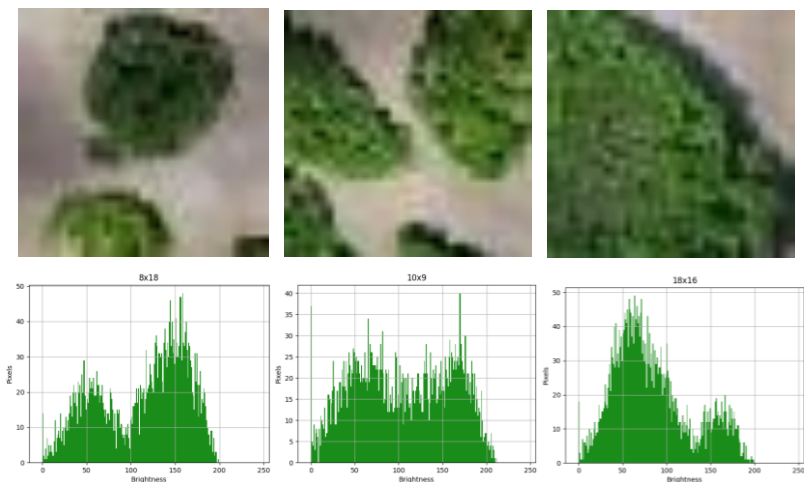


Рис. 2. Изображения по критериям $N_{земл} > N_{зел}$, $N_{земл} \approx N_{зел}$, $N_{земл} < N_{зел}$ соответственно

Данный алгоритм распределения позволяет сократить объём обучающей выборки и тем самым сократить время обучения, так как рассматриваются не отдельные пиксели, а блоки. Так, если пространственное разрешение пикселя изображения составляет 5 см, тогда блок имеет размер 20×20 пикселей. Если далее найти параметры формы яркостных гистограмм, например для гауссовской формы, получим для искомого класса типа поверхности три параметра: амплитуда, центр и дисперсия.

Предлагаемая методика может повысить точность распознавания необходимых объектов на изображении за счёт более точного распределения обучающей выборки по категориям, относящимся к нескольким типам поверхности. Основной проблемой алгоритма распределения является сложность разделения поверхностей, так как на одном изображении имеются участки, требующие более детального анализа из-за пересечения гистограмм основных типов поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катаев М.Ю. Методы технического зрения для картирования состояния сельскохозяйственных полей / М.Ю. Катаев, К.С. Ёлгин, И.Б. Сорокин // Доклады ТУСУР. – 2018. – Т. 21, № 4. – С. 75–80.

2. Хабр. Краткий курс машинного обучения, или Как создать нейронную сеть для решения скоринга задачи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/340792/>, свободный (дата обращения: 05.03.2022).

3. CodeRoad. Разделение изображения на блоки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://coderoad.ru/list/?page=1&sort=view&tag=python>, свободный (дата обращения: 04.03.2022).

4. Information Processing in Agriculture / W. Yang, S. Wang, X. Zhao, J. Zhang, J. Feng // The Journal of the China Agri-cultural University. – 2013. – Vol. 2. – P. 149–160.

УДК 681.523.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХОСНОГО КАРДАННОГО ПОДВЕСА НА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ

В.Т. Тран, аспирант каф. АСУ

*Научный руководитель А.М. Кориков, профессор каф. АСУ, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, att82glass@gmail.com*

Выполнено моделирование трехосного карданного подвеса (ТКП) на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА). ТКП используются на БПЛА для различного оборудования: камеры, оптические системы, радары и т.п. Исследовано взаимное влияние движения рамок ТКП, влияние гравитации на ТКП, влияние инерции рамок ТКП. **Ключевые слова:** моделирование, карданный подвес, беспилотный летательный аппарат, влияние движения, влияние гравитации, влияние инерции.

Карданные подвесы (КП) используются на многих транспортных средствах. В работе исследуется установка КП на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА). КП используются на БПЛА для установки различного оборудования: камер, оптических систем, радаров и т.п. Широкое применение КП объясняется простой и гибкой структурой. Однако расчет и управление КП усложняется с увеличением количества осей управления КП. Трехосные КП (ТКП) особенно перспективны для БПЛА, но наличие трех осей управления значительно усложняет их моделирование и расчет. При выборе среды моделирования и методики исследования используется наша работа [1].

ТКП состоит из следующих основных частей: рамка движения канала рыскания (РДКР), рамка движения канала крена (РДКК), рамка движения канала тангажа (РДКТ). Отметим, что РДКР стабилизирует камеру по каналу рыскания, РДКК – по каналу крена, а РДКТ – по ка-

налу тангажа (рис. 1). Обозначения, использованные на рис. 1–3, имеются и описаны в работах [2, 3].

Построение кинематической модели для ТКП дано на основе 2-го закона Ньютона о вращении твердого тела. В статье исследовано и оценено взаимное влияние движущихся рамок в процессе работы, а также указано на изменение характеристик рамок при изменении их положения относительно исходного положения и эффекты, когда рамки меняют свое положение.

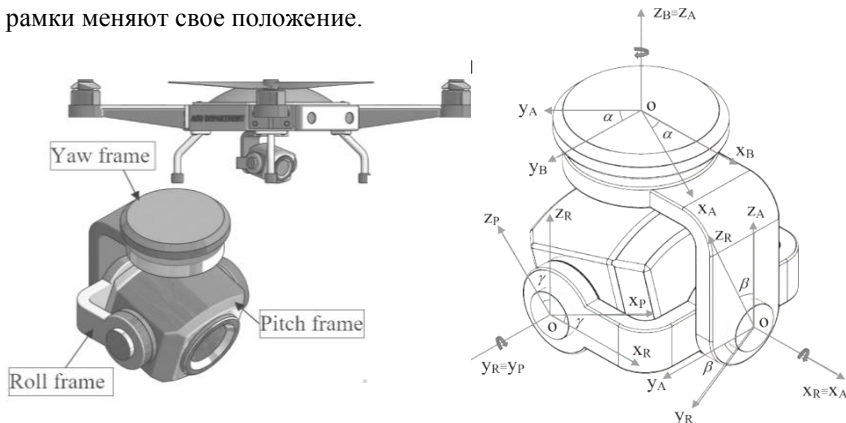


Рис. 1. Трехосный подвес с камерой на БПЛА

В статье также проанализировано влияние гравитации на рабочий процесс системы. Из рис. 2 мы видим, что из-за того, что рамки движутся асимметрично, их центр тяжести не совпадает с центром вращения системы, так как при работе вес рамок будет создавать внешние моменты, действующие на вращающиеся валы приводить к нестабильности системы. Расчет и включение этих влияющих факторов в кинематическое уравнение способствует повышению точности процесса управления.

Проблема, которая также была решена при анализе, это влияние центробежных сил инерции и создаваемых моментов, влияющих на точность работы системы. Из рис. 3 видно, что также из-за несимметричности подвижных рамок в процессе работы будут возникать центробежные силы инерции, действующие на рамку, которые будут создавать внешние моменты, влияющие на точность работы. Расчет центробежной силы инерции при вращении твердых тел очень сложен. В статье введен метод расчета центробежной силы инерции, возникающей при вращении рамок, оценки ее влияния на работу системы, тем самым способствуя их учету в уравнениях кинематики системы, повышению качества системы управления БПЛА.

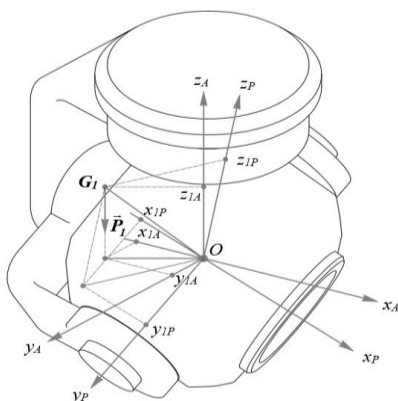


Рис. 2. Влияние гравитации на РДКТ

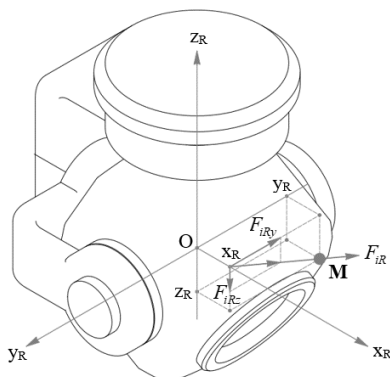


Рис. 3. Влияние центробежной силы инерции на РДКТ

В данной работе разработаны модели кинематики ТКП на БПЛА. В статье показано взаимное влияние рамок движения ТКП, влияние гравитации на рабочий процесс ТКП, а также влияние центробежной силы инерции рамок. Наше исследование является основой для совершенствования и повышения качества системы управления БПЛА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тран Т.Т. Выбор регулятора, работающего в скользящем режиме, для автоматизированной транспортной системы / Т.Т. Тран, А.М. Кориков, Т.Т. Нгуен // Доклады ТУСУР. – 2021. – № 4. – С. 79–84.

УДК 681.518.3

МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ТЕРМОТЕРАПИИ

И.А. Волгин, студент НОЦ «ВИТШ»

*Научный руководитель Е.А. Ефременков, доцент каф. УИ ТУСУР, к.т.н.
г. Томск, ТГУ, mozziefurlupe@gmail.com*

Описан принцип работы прототипа модуля, позволяющего проводить контроль и наблюдение за состоянием помещений, предназначенных для термотерапевтических процедур.

Ключевые слова: термотерапия, информация, контроль, датчик.

В современном мире ни один аспект человеческой жизни не обходится без цифровизации. Это касается не только крупных промышленных предприятий, но и небольших компаний и частных владений, где внедрение цифровых технологий позволяет избавиться от рутин-

ной и кропотливой работы. Примером может служить физкультурно-оздоровительная деятельность, направленная на улучшение физического здоровья людей и обеспечения им комфорта посредством термотерапии (посещение сауны или бани).

Однако процесс подготовки и поддержки требуемых температурных параметров специализированного помещения для термотерапии может быть трудоемким из-за необходимости постоянного контроля температуры, влажности и др.

Существующие на рынке решения подходят только для крупных оздоровительных комплексов, но из-за дороговизны являются недоступными владельцам небольших частных бань или саун.

Таким образом, целью работы является разработка модуля контроля состояния помещения для термотерапии с возможностью сбора и вывода информации.

В процессе разработки были использованы следующие компоненты: основа модуля – плата серии Arduino с контроллером ATmega328 [1]; датчики температуры воды и воздуха в специализированном помещении – термистор (диапазон от -50 до $+125$ °C); датчик влажности DHT11 (диапазон от 20 до 80% с погрешностью 5% [2]); реле с симистором для управления клапаном подачи воды; переменный резистор, определяющий уровень воды в бак; LCD-экран 1602, необходимый для вывода информации пользователю. Перечисленные выше компоненты были собраны в прототип модуля контроля температуры в специализированном помещении (рис. 1).

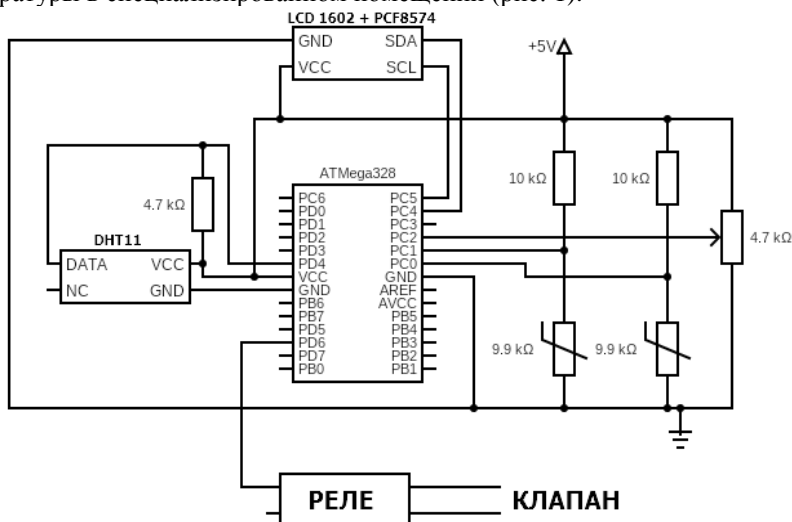


Рис. 1. Схема прототипа

Для прототипа модуля разработано программное обеспечение, которое позволяет регулярно (раз в 100 миллисекунд) обрабатывать информацию (рис. 2) со всех датчиков и выводить ее на экран.

```

double therm(int RDC, int resist){
    D0 = D1;
    D1 = D2;
    D2 = D3;
    D3 = D4;
    D4 = RDC;

    average = (D0+D1+D2+D3+D4)/5;

    coprot = 1023/average - 1;
    coprot = resist / coprot;

    stein = coprot/resist;
    stein = log(stein);
    stein /= 4300;
    stein += 1.0 / (25 + 273.15);
    stein = 1.0 / stein;
    stein -= 273.15;
}

double res(int value){
    R0 = R1;
    R1 = R2;
    R2 = R3;
    R3 = R4;
    R4 = value;

    average = (R0+R1+R2+R3+R4)/5;

    return average;
}

```

Рис. 2. Обработка данных с датчиков температуры (слева) и уровня объема воды (справа)

Формат вывода следующий: первая строка содержит информацию о температуре внутри парного помещения и внутри бака с горячей водой, на второй строке отображается объем залитой в бак воды и влажность специализированного помещения.

Прототип позволяет осуществлять автоматический долив воды в бак – это происходит, если температура воды в баке превысила допустимую норму и ее необходимо охладить. Также предусмотрено ручное управление – пользователь может произвести долив, нажав на тумблер. В этом случае вода будет поступать до тех пор, пока бак не заполнится полностью, или если пользователь не прервет подачу сам, нажав на тумблер еще раз.

Таким образом, в результате разработки был создан прототип, который испытали в реальных условиях в частной бане. Испытания показали, что использование данного решения значительно облегчило подготовку и поддержку температуры помещения для термотерапевтических процедур, т.к. исчезла необходимость постоянного самостоятельного контроля температуры и объема воды, температуры и влажности воздуха в специализированном помещении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arduino.cc/index.php>, свободный (дата обращения: 03.02.2022).
2. Техническая документация датчика температуры и влажности DHT11 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/DHT11-Temperature-Sensor.pdf, свободный (дата обращения: 05.02.2022).

УДК 004.93

К-MEANS-КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ТИПОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ЯРКОСТНОЙ ГИСТОГРАММЫ RGB-ИЗОБРАЖЕНИЯ

*И.Н. Журба, аспирант; М.Ю. Катаев, проф. каф. АСУ
г. Томск, ТУСУР, zhurba.igor.n@gmail.com*

Описана задача кластеризации на классы изображений сельскохозяйственных полей, полученных с БПЛА. Представлен алгоритм кластеризации изображения методом K-means (K-среднего) по параметрам яркостной гистограммы. Основой алгоритма являются параметры яркостной структуры RGB каналов изображения (положение максимума и дисперсия). Представлены результаты работы алгоритма.

Ключевые слова: кластеризация, гистограмма, изображение, RGB, K-means.

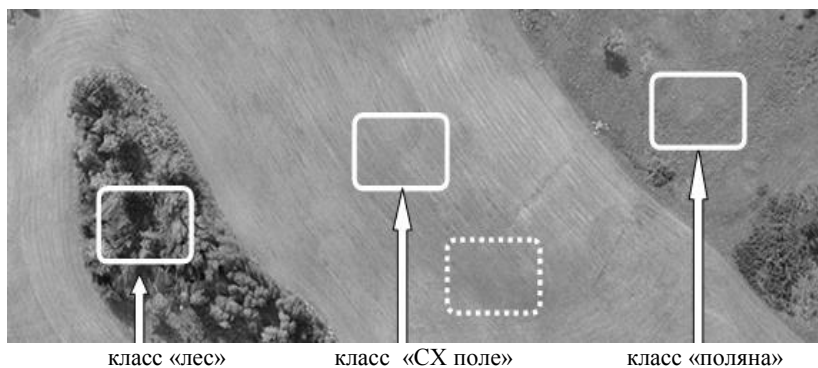
Одним из направлений цифрового сельского хозяйства (СХ) является мониторинг различного типа приборами и оценка по получаемым данным состояния растений с целью выявления процессов, влияющих на урожайность выращиваемых культур.

Одним из вариантов мониторинга является применение данных (изображений) дистанционного зондирования СХ-полей, полученных из космоса. Данные, получаемые приборами, установленными на космических аппаратах, позволяют регулярно получать изображения СХ-полей, однако большая часть из них отбраковывается, так как содержит облака (сплошные или разорванные). Учитывая такой факт, использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для изучения состояния растений на СХ-полях имеет преимущество в лучшем пространственном качестве изображения и возможности работать под облаками, что позволяет получить больше информации о поверхности земли (растениях) [1].

Получаемые с помощью БПЛА изображения обрабатываются с помощью разнообразных методик, которые позволяют обнаруживать

отдельные деревья, растениям и оценивать их состояние. Получаемые таким образом результаты позволяют с уверенностью говорить о важности их применения в агротехнических мероприятиях. Кроме того, этот подход лежит в плоскости цифрового земледелия. В статье проводится исследование возможности кластеризации RGB-изображений сельскохозяйственных полей, полученных с борта БПЛА, для определения частей СХ-поля, связанных с такими типами поверхности, как сельскохозяйственное поле, лес, поляна и т.д.

Полученное с помощью БПЛА изображение СХ-поля приведено на рис. 1.



класс «лес» класс «СХ поле» класс «поляна»
Рис. 1. Изображение СХ-поля, полученное в Томской области (июнь 2021 г.)
с БПЛА

На рис. 1 представлено изображение СХ-поля, полученное с высоты 100 м размером 3000×8000 пикселей, где приведены типичные классы типов поверхности (лес, поле, поляна). Класс СХ-поля может быть разбит на подклассы: первый, где в большей пропорции, по отношению к открытой земле присутствует зелень (выделен пунктиром), и второй, когда пропорции растительности и земли примерно совпадают. Изображение на рис. 1 содержит всего несколько классов, однако на нем могут быть отображены автомобили, дороги и прочие объекты.

Целью работы является выделение класса поля и построение маски, которая содержит только сельскохозяйственное поле (со всеми подклассами). При обработке последующих изображений данная маска упростит выделение именно исследуемого поля. Среди многих подходов для кластеризации изображений выбран алгоритм К-средних (K-means) как наиболее применяемый на практике [2]. Признаками формирования кластеров являются параметры яркостных гистограмм для каждого RGB-канала изображения (амплитуда и дисперсия справа

и слева относительно амплитуды максимума). Новизна предлагаемого подхода связана с кластеризацией не по каждому пикселю, а по блокам, например 50×50 пикселей, и параметрам яркостных гистограмм (для каждого блока вектор из 9 элементов). Кроме этого, предлагается выбирать начальные центры кластеров и их число из искомого классов. Принадлежность блока к конкретному кластеру рассчитывается на основе евклидова расстояния по 9 параметрам. В процессе итеративного процесса кластеризации центр каждого кластера смещается в сторону средних параметров относящихся к нему блоков и алгоритма. Останов алгоритма выполняется, когда все центры кластеров практически перестанут смещаться относительно заданного положения на первом шаге.

Результат работы первой итерации алгоритма приведен на рис. 2.

Результат работы десятой итерации алгоритма приведен на рис. 3.

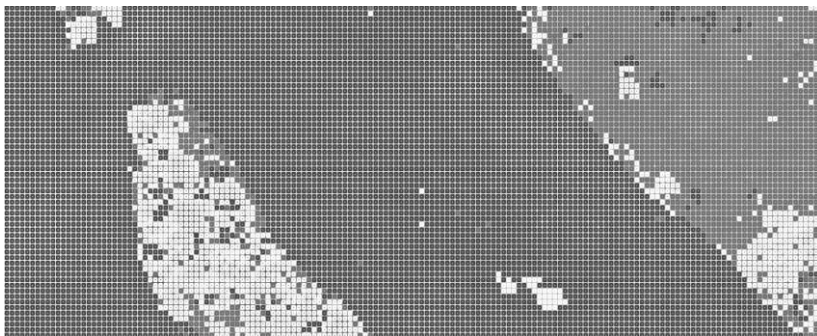


Рис. 2. Кластеры на первой итерации

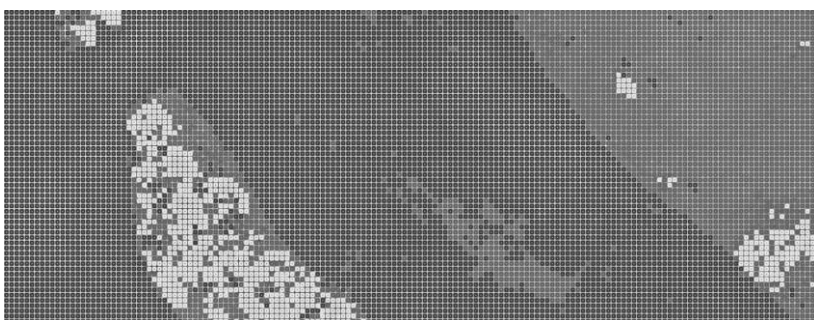


Рис. 3. Кластеры на десятой итерации

На рис. 2 и 3 представлены результаты первой и десятой итерации алгоритма кластеризации K -среднего и видно, что основные клас-

сы выделены точно. Один из аспектов позволяет говорить о слабой реакции алгоритма на плотность зарастания СХ-поля растительностью и это требует указания нового числа подклассов (см. рис. 1, пунктирный блок). Для устранения подобных ошибок требуется выделение новых параметров гистограмм или «взвешивание» уже имеющихся, а также использование каналов из других цветковых моделей изображения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / Ю.Н. Зубарев, Д.С. Фомин, А.Н. Чащин, М.В. Заболотнова // Вестник Перм. фед. исслед. центра. – 2019. – № 2. – С. 47–51.

2. Метод k-средних [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_k-средних, свободный (дата обращения: 08.03.2022).

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 519.876.2

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ВЫТЕСНЕНИЯ ДАВЛЕНИЕМ ВОЗДУХА ЖИДКОСТИ ИЗ ЕМКОСТИ

А.Д. Большаков, студент ИЯТШ ОЯТЦ

Научный руководитель Н.В. Ливенцова, доцент ОЯТЦ, к.т.н.
г. Томск, НИ ТПУ, adb15@tpu.ru

Объектом исследования является математическая модель процесса вытеснения жидкости, которая позволит осуществить автоматизацию данного процесса в зависимости от давления, т.е. создания системы автоматизированного управления процессом равномерной выдачи готового продукта из емкости на производстве, т.к. в данный момент эта операция производится вручную.

Ключевые слова: вытеснение, математическая модель, автоматизация, SIMULINK, программирование.

Цель работы – разработать математическую модель емкости с вытеснением из нее жидкости давлением для создания и проверки системы автоматизированного управления процессом. В ходе научно-исследовательской работы изучены способы реализации математической модели управления давлением.

Для теоретического расчета трубопровод разделен на участки, по которым жидкость движется в одном направлении. В результате расчетов давление, необходимое для равномерного истечения жидкости из емкости объемом 29,5 м³, составило 164,98 кПа [1].

Моделирование проводилось в программном пакете Simulink и разбито на несколько шагов:

- вычисление давления газа при изменении его массы и объема в емкости (увеличение массы ограничено по максимуму и минимуму давления);
- вычисление скорости истечения жидкости;

- вычисление объемного расхода жидкости при полученной скорости истечения;
- вычисление объема жидкости в емкости;
- повторение, начиная с пункта 1 [1].

Из уравнений Менделеева–Клайперона и Бернулли можно получить скорость истечения жидкости, а значит, и объемный расход по трубопроводу [2]

$$\left(\frac{dW_{\text{ТР}}}{dt}\right)^2 = \frac{dH_1}{dt} - \frac{dH_2}{dt} + \frac{2}{\rho_{\text{Ж}}} \cdot \frac{dP_{\Gamma}}{dt} - \frac{2}{\rho_{\text{Ж}}} \cdot \frac{dP_{\text{АТМ}}}{dt} + \left(\frac{dW_{\text{Б}}}{dt}\right)^2,$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{\pi \cdot d_{\text{ТР}}^2}{4} \cdot \frac{dW_{\text{ТР}}}{dt},$$

где H_1 – высота от основания емкости до уровня жидкости в емкости, H_2 – высота от основания емкости до уровня жидкости в трубопроводе, $W_{\text{ТР}}$ – скорость течения жидкости в трубопроводе, $W_{\text{Б}}$ – скорость течения жидкости в емкости, P_{Γ} – гидростатическое давление газа в емкости, $P_{\text{АТМ}}$ – атмосферное давление, $\rho_{\text{Ж}}$ – плотность жидкости, $d_{\text{ТР}}$ – диаметр трубопровода, Q – объемный расход жидкости через трубопровод.

По полученной последовательности уравнений составлена математическая модель в среде блочного моделирования Simulink [3]. Результаты моделирования представлены на рис. 1.

По полученным графикам видно, что давление в процессе работы установки меняется от 200 до 240 кПа, подкачка газа происходит 7 раз за весь период откачки жидкости. Изменение объема происходит практически линейно за весь период работы установки в связи с практическим постоянством давления. Весь процесс занимает 254 с.

После исследования математической модели в Simulink были предложены наиболее подходящие способы управления и обзор возможных исполнений датчиков и компрессоров для реализации физической модели и проведения экспериментов. Рассмотрены бесконтактные датчики уровня, поплавковые датчики уровня и датчики давления.

В результате обзора реализаций датчиков для данной установки был выбран способ управления с использованием датчика давления, так как он обеспечивает наибольшую точность регулирования, меньшие затраты, не требует специальной установки и даёт возможность отслеживать аварийные ситуации.

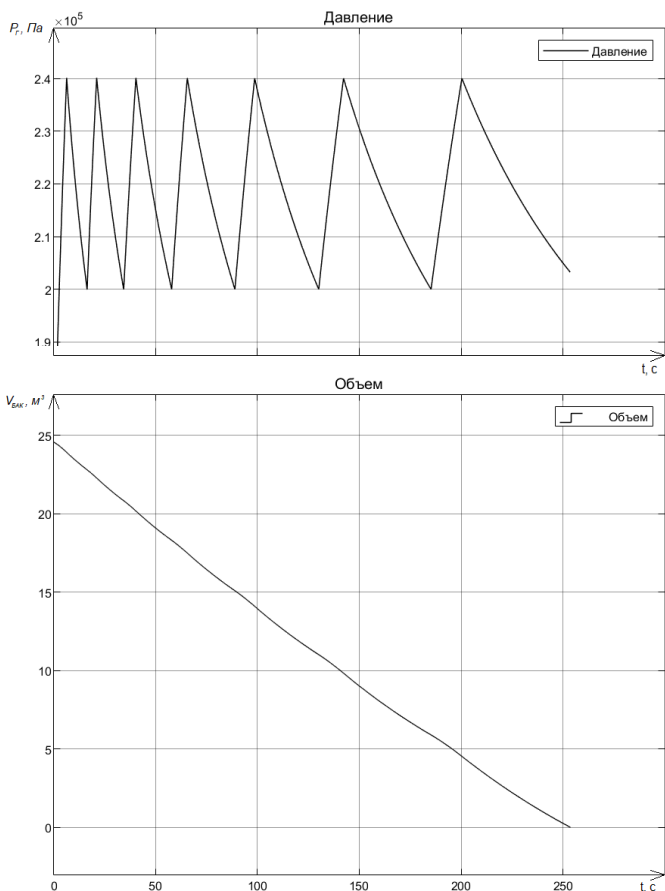


Рис. 1. Изменение давления газа и объема жидкости внутри емкости

ЛИТЕРАТУРА

1. Математическое моделирование в химической технологии / пер. с англ. Д.К. Бейлиной и др. – М.: Химия, 1971. – 274 с.
2. Вихарев А.Н. Гидравлика. Режимы движения, уравнение Бернулли, потери напора, каналы / А.Н. Вихарев, И.И. Долгова. – Архангельск: АГТУ, 2001. – 92 с.
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink. – СПб.: ДМК-Пресс, 2008. – 288 с.

УЗЕЛ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИФТОМ, УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ ЛИФТА (УКСЛ)

Д.А. Дашкевич, М.В. Липовка, студенты

*Научный руководитель А.Е. Карелин, доцент каф. КСУП, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, maxim.lipovka2210@gmail.com*

Рассмотрены реализация узла системы управления лифтом, устройства контроля скорости лифта.

Ключевые слова: система управления лифтом, устройство контроля скорости лифта, плата УКСЛ.

Лифт – это устройство, предназначенное для подъема и спуска каких-либо грузов или людей на разные уровни. В шахте, со снабженной на посадочных площадках запираемыми дверьми, установлены жесткие вертикальные направляющие, благодаря которым кабина лифта может совершать перемещение вверх или вниз.

В качестве исполнительной станции управления лифтом представлена станция «СОЮЗ». Она предназначена для управления лифтами грузоподъемностью до 1000 кг и скоростью до 1,6 м/с. Данная станция позволяет управлять всеми сертифицированными типами лифтов. Станция управления лифтом «СОЮЗ» имеет распределенную систему управления, в которую входят:

1) шкаф управления – устройство, в котором находятся все необходимые платы, модули и индикации для обеспечения работы станции;

2) шкаф эвакуатора – используется для осуществления эвакуации пассажиров из кабины лифта при непредвиденном отключении основного сетевого питания;

3) контроллер кабины – выполняет функцию управления электронными устройствами кабины лифта. К ним относятся: аварийное освещение, устройство контроля загрузки, привода дверей, вентилятор, пост приказов и т.д.;

4) этажные контроллеры – выполняют функции получения информации о нажатии на кнопки вызова.

Для корректного функционала работы станции управления необходима плата УКСЛ. В большинстве случаев в станциях УКСЛ встроена в основную плату управления, что существенно затрудняет ремонтпригодность этой части при выходе ее из строя. Основная задача устройства: контроль скорости и определение направления движения лифта, а также инициализация входов в зависимости от настроек станции лифта.

Система станции управления лифтом включает в себя: шкаф управления, в котором находятся панель индикации, платы и модули станции для обеспечения ее работы; шкаф эвакуатора с частотным преобразователем, контроллеры этажей, а также контроллер кабины с кросс-платой.

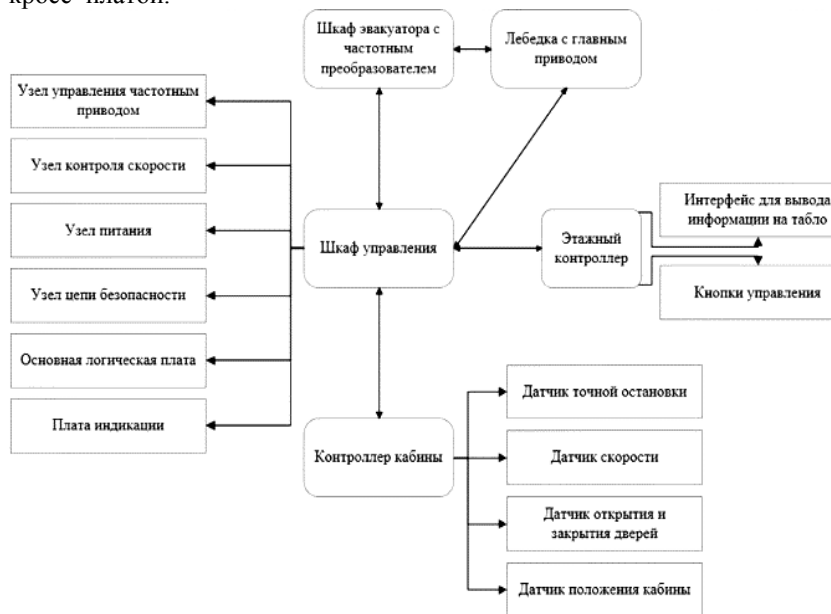


Рис. 1. Функциональная схема СУЛ

При разработке электрической принципиальной схемы устройства была использована система автоматического проектирования «Diptrace». Схема включает в себя такие узлы, как узел микроконтроллера STM32F103; узел использования логических элементов «И»; узел использования высокочастотной оптической пары и частотного преобразователя сигналов. Весь программный продукт пишется на языке C++ для операционной системы ScmRTOS. Алгоритм работы устройства контроля скорости включает в себя некоторые фрагменты: тактирование частоты микроконтроллера, инициализация периферии, таймеров, настройка нужных портов, включение реле и старт операционной системы; алгоритм работы реле, в этом алгоритме проверяется, есть ли связь со станцией управления; алгоритм определения направления движения; алгоритм определения параметров протокола передачи данных со станции к плате УКСЛ; алгоритм инициализации входов для работы станции в разных режимах.

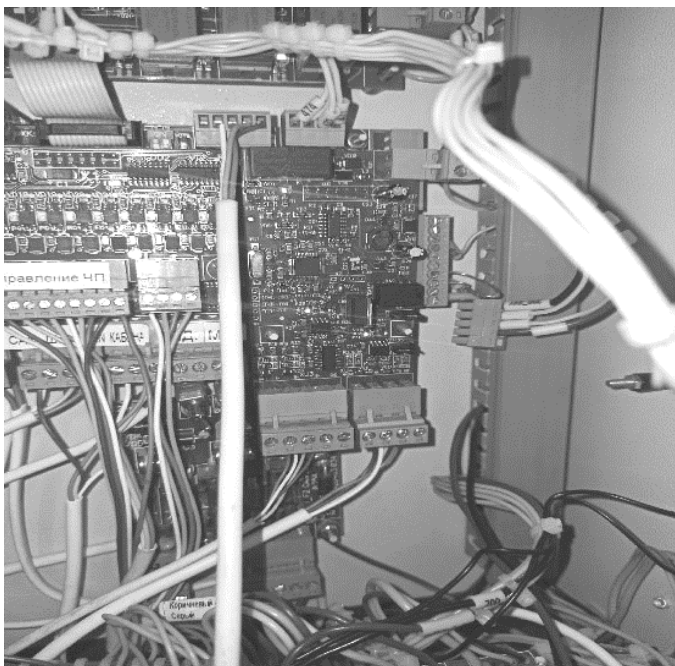


Рис. 2. Плата УКСЛ

В данном проекте устройство контроля скорости лифта было реализовано в качестве отдельного модуля для упрощения работы механиков станции, при разработке была задействована новая периферия, расширен объем данных, получаемых со станции, для гибкости настроек, обеспечена дополнительная информация, передаваемая от УКСЛ к станции управления лифтом: направление движения, возможность работы по 2 входам, обеспечение работы с дифференциальным входом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов А.П. Подъемники: учеб. пособие / А.П. Баранов, В.А. Голутвин. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2004. – 150 с.
2. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.В. Попов. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2004. – 752 с.
3. Техническая спецификация микроконтроллера STM32F103C8T6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f103c8.pdf> (дата обращения: 20.02.2022).

КОНЦЕПЦИЯ СРЕДЫ ГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ STM32

Л.А. Гембух, А.Е. Сахабутдинов, аспиранты

Научный руководитель В.М. Дмитриев, проф. каф. КСУП, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, lev.gembuh@mail.ru,

sahabutdinov.a.0513@e.tusur.ru

Приводится описание структуры разрабатываемой среды графического моделирования для микроконтроллеров на базе платформы STM32. Рассматривается предполагаемый интерфейс среды графического моделирования.

Ключевые слова: STM32, моделирование, микроконтроллер, графическое моделирование, функциональные блоки.

В настоящее время микроконтроллер (МК) STM32 приобретает всё большую популярность и применяется повсеместно в технологических процессах и производствах, а также в робототехнике. Однако существующие программные среды для разработки программных решений на данном микроконтроллере весьма сложны для понимания начинающими программистами и требуют углубленных знаний текстовых языков программирования и понимание работы микроконтроллера. В связи с этим возникает потребность в разработке удобной и простой среды для программирования микроконтроллеров на базе STM32 [1].

Актуальность данной разработки обусловлена её свободным распространением в сравнении с такой средой, как MATLAB SIMULINK, и поддержкой распространённых процессоров платформы STM32 в отличие от такой среды, как AlgoBuilder, которая разработана специально для семейства плат STM Nucleo [2, 3]. Также на кафедре КСУП в ТУСУРа разрабатывается реально-виртуальная лаборатория, в которой планируется использовать учебные лабораторные стенды на базе платформы STM32 [4]. Обучение студентов на данных стендах планируется проводить с применением разрабатываемой среды графического моделирования.

Структура среды графического моделирования. Среда графического моделирования сценариев (СГМС) – это программный комплекс, призванный упростить процесс разработки и отладки программы для микроконтроллера, а также позволяющий в удобном для пользователя виде осуществлять управление входными и выходными данными микроконтроллера. На кафедре КСУП в ТУСУРа разработана

среда графического моделирования, осуществляющая схожий функционал для микроконтроллеров семейства Arduino [5].

Задачами СГМС являются:

- 1) формирование сценария работы управляющего микроконтроллера;
 - 2) интерпретация сформированного сценария в код и программирование контроллера;
 - 3) управление входными параметрами микроконтроллера;
 - 4) отладка разработанного для микроконтроллера сценария.
- На рис. 1 представлен интерфейс основного окна СГМС.

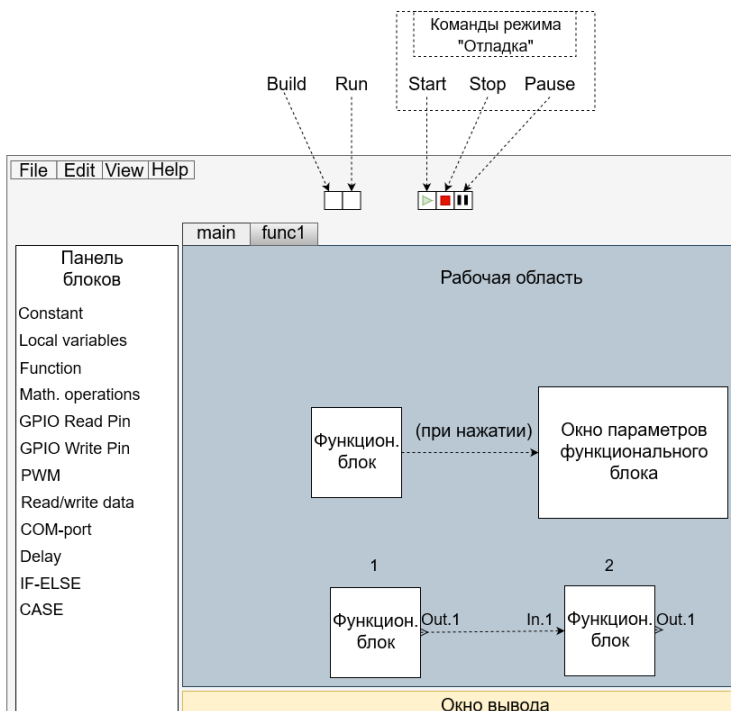


Рис. 1. Интерфейс основного окна СГМС

Основное окно содержит рабочую область, панель блоков, управляющих кнопок запуска, отладки программы и окна вывода.

В рабочей области пользователь составляет сценарий для микроконтроллера посредством размещения функциональных блоков.

Функциональные блоки представляют собой графическую интерпретацию действий микроконтроллера и могут содержать информа-

ционные входы и выходы для получения информации с МК и взаимодействия с другими функциональными блоками.

Панель блоков представляют собой окно, содержащее перечень существующих функциональных блоков.

На данный момент времени планируются такие функциональные блоки, как:

- «Constant» – постоянное значение. Подаётся на вход функционального блока;

- «Local variables» – объявление переменной для дальнейшего использования в сценарии МК. Подаётся на вход функционального блока;

- «Math operations» – блоки математических операций;

- «GPIO Read» и «GPIO Write» – блоки для чтения и записи состояния пина общего назначения;

- «PWM» – блок подачи ШИМ сигнала;

- «Read/Write data» – блок чтения и записи данных в буфер;

- «COM» – блок обеспечения связи и передачи данных по COM-порту;

- «IF-else» – блок условного оператора if-else (если, то);

- «Case» – блок выбора направления дальнейшего хода сценария;

- «Func» – блок, реализующий выполнение пользовательской функции;

- «Delay» – блок, реализующий программную задержку в миллисекундах.

На рис. 2 представлен пример сценария для последовательного включения светодиодов.

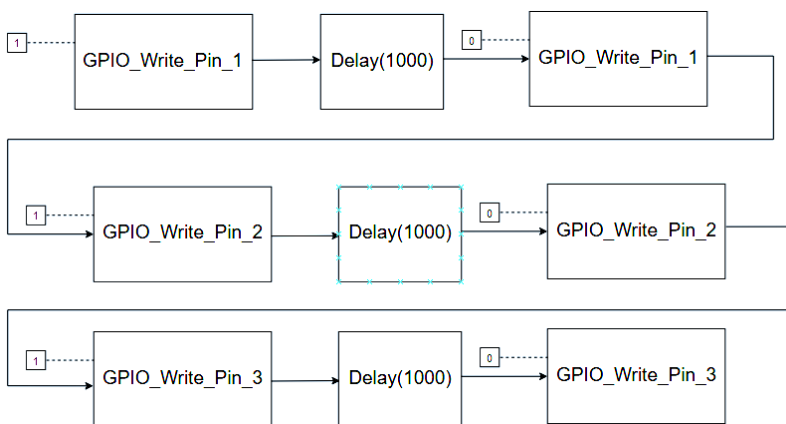


Рис. 2. Пример сценария для последовательного включения светодиодов

Заключение. Разрабатываемая СГМС позволит упростить процесс составления и отладки сценария для МК STM32, а также позволит упростить проведение лабораторных работ в реально-виртуальной лаборатории на учебных лабораторных стендах. Данная разработка позволит обеспечить гибкое взаимодействие с различными датчиками и устройствами благодаря интуитивно понятному пользователю интерфейсу и возможности оперативного добавления функциональных блоков для работы с различной периферией.

ЛИТЕРАТУРА

1. STM32 32-bit Arm Cortex MCUs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus.html> (дата обращения: 1.02.2022).
2. MathWorks. Matlab Simulink [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mathworks.com/products/simulink.html> (дата обращения: 10.02.2022).
3. AlgoBuilder [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.st.com/en/development-tools/algobuilder.html> (дата обращения: 11.02.2022).
4. ЛАРМ: автоматизированный лабораторный практикум по электротехнике и электронике: учеб. пособие для вузов / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, Т.В. Ганджа, А.Н. Кураколов. – Томск: В-Спектр, 2010. – 186 с.
5. Дмитриев В.М., Ганджа Т.В., Букреев А.С. Моделирование сценариев управления динамическими объектами на основе графического языка X-Robot // Доклады ТУСУР. – 2018. – Т. 21, № 21. – С. 75–80.

УДК 681.5

АДАПТАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОКАТКИ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА В УСЛОВИЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АСУТП ПРОКАТНОГО СТАНА

С.А. Климачев, аспирант каф. САП

Научный руководитель Н.А. Соловьев, зав. каф. ПОВТАС, проф., д.т.н.

*г. Оренбург, Оренбургский государственный университет,
sersh-nick@mail.ru*

Рассматривается вопрос адаптации процесса прокатки листового металла в условиях возникновения поверхностных дефектов за счет внедрения в контур управления прокатным станом системы поддержки принятия решений по выбору технологических параметров прокатки.

Ключевые слова: адаптация процесса прокатки металла, АСУТП прокатного стана, поверхностные дефекты листового проката.

Изменение требований к параметрам готовой продукции листопрокатного производства цветных металлов привело к формированию противоречия между увеличением числа поверхностных дефектов прокатной ленты вследствие перехода к тонколистовому прокату и отсутствием подходов к устранению дефектов с учетом их типа и причины появления [1]. Поскольку в ряде случаев требуемая толщина проката не соответствует предельным значениям проектных возможностей оборудования, на поверхности проката возникают дефекты. Часть дефектов (например, риски, царапины, отпечатки) можно устранить на этапе реверсивной прокатки путем изменения технологических параметров АСУТП. При этом эффективность устранения дефектов будет зависеть от того, насколько правильно заданы указанные параметры. Следовательно, возникает задача повышения точности задания параметров прокатки в условиях возникновения поверхностных дефектов. Подобное повышение точности можно обеспечить за счет совершенствования АСУТП посредством включения в контур управления средства поддержки принятия решений (СППР) по выбору параметров прокатки листового металла.

В соответствии с функциональным назначением системы АСУТП можно разделить на две группы: системы, отвечающие за базовый уровень автоматизации, и системы верхнего уровня [2].

Среди систем верхнего уровня особо выделяется система автоматического регулирования толщины полосы (САРТ), минимизирующая продольную разнотолщинность проката за счет изменения раствора валков, скорости полосы и регулирования межклетевых натяжений полосы. Таким образом, САРТ имеет непосредственную связь с параметрами процесса прокатки.

Процесс прокатки металла протекает под воздействием совокупности факторов (1):

$$C = \{M, E, R\}, \quad (1)$$

где M – физико-механические свойства металла, E – состояние прокатного стана, R – технологические параметры процесса прокатки.

Исследования [3] закономерностей устранения поверхностных дефектов в процессе производства проката при изменении параметров технологического процесса холодной обработки металлов давлением показывают, что внедрение средств поддержки принятия решений в контур управления в условиях возникновения поверхностных дефектов тонколистового проката позволит осуществить выбор оптимальных параметров технологического процесса прокатки и максимизировать уровень адаптации прокатки к возникшим условиям, что приведет к повышению качества готовой продукции.

Под адаптацией процесса прокатки в условиях (1) возникновения поверхностных дефектов следует понимать такое изменение технологических параметров процесса, которое приводит к максимальному увеличению уровня адаптации.

Тогда целевая функция адаптации будет иметь вид (2):

$$\left\{ L\left(\tilde{n}_{k_{c_i}}, k_{c_i}\right) \rightarrow \max \tilde{n}_{k_{c_i}} = A\left(R, c_i, k_{c_i}\right), c_i \in C, k_{c_i} \in K, \quad (2) \right.$$

где R – конечное множество допустимых параметров прокатки;

$L\left(\tilde{n}_{k_{c_i}}, k_{c_i}\right)$ – уровень адаптации процесса прокатки в условиях возникновения поверхностных дефектов ленты проката; $A\left(R, C_i, k_{c_i}\right)$ – алгоритм, определяющий оптимальный вектор значений из множества R по значениям k_{c_i} признаков дефектов, возникших в условиях c_i .

Среди признаков дефектов предлагается рассматривать только те, которые имеют непосредственную связь с областью дефекта и не учитывают текстурную составляющую изображения:

1) периметр дефекта P – количество пикселей с координатами (x, y) , образующих границу $R_{гр.д}$ области дефекта:

$$P = \sum_{(x,y) \in R_{гр.д}} 1;$$

2) площадь дефекта S – количество пикселей с координатами (x, y) , принадлежащих области дефекта $R_{деф}$ (включая границу):

$$S = \sum_{(x,y) \in R_{деф}} 1.$$

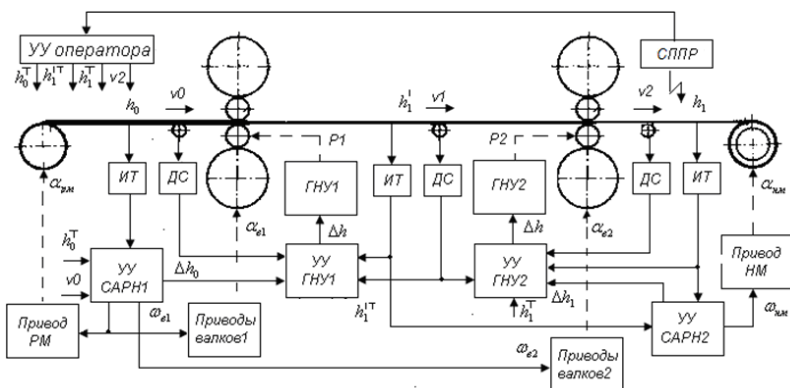


Рис. 1. Схема совершенствования контура управления прокатным станом

При этом схема контура управления технологическим процессом (рис. 1) будет включать средство поддержки принятия решений на основе компьютерного зрения, позволяющее оператору прокатного стана осуществлять выбор наиболее оптимальных параметров прокатки в зависимости от сложившихся условий.

Таким образом, предложенное решение позволит повысить уровень адаптации технологического процесса производства тонколистового проката в условиях возникновения поверхностных дефектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев Н.А. Системный анализ проблем производства тонколистового проката цветных металлов / Н.А. Соловьев, С.А. Климачев // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2019. – № 1 (28). – С. 20–22.
2. Восканьянц А.А. Автоматизированное управление процессами прокатки: учеб. пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 85 с.
3. Соловьев Н.А. Инструментарий исследования закономерностей устранения поверхностных дефектов тонколистового металлопроката / Н.А. Соловьев, С.А. Климачев // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – № 12. – С. 133–136.

УДК 681.5

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ КОНТРОЛЯ ВЕСА ПРОДУКЦИИ

А.М. Тернов, В.А. Мунгалов, студенты

*Научный руководитель А.Е. Карелин, доцент каф. КСУП, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, am.ternov@gmail.com*

Рассмотрена система управления устройством контроля веса продукции.

Ключевые слова: система управления, автоматизированная система, контроль веса продукции, ПЛК.

В данной работе будет рассмотрена система управления устройством контроля веса продукции с применением пневматического толкателя для отбраковки продукции, не удовлетворяющей заданным критериям веса.

Чеквейер обычно является частью системы управления качеством, обеспечивающей соответствие каждого продукта на выходе производственных линий требованиям, предъявляемым к весу продукции.

Эти высокоточные системы используются, как правило, на производствах, осуществляющих массовый выпуск продукции, они встраиваются в технологические линии, по которым движется про-

дукция, и осуществляют взвешивание каждой единицы в отдельности. Полученные в результате взвешивания данные обрабатываются и используются для дальнейших действий в соответствии с заданным алгоритмом.

Системы динамического взвешивания применяются при решении широкого спектра задач:

- контроль продукции для выявления отклонения массы в меньшую или большую сторону;
- контроль комплектности продукции, содержащей в упаковке несколько компонентов;
- снижение потерь продукта путём подстройки дозирующих устройств на основе данных, полученных чеквейером;
- контроль характеристик производственного процесса;
- распределение продуктов по весовым зонам для выполнения сортировки, отбраковки или порционирования.

Рассмотрим, как работает система контроля веса продукции. Продукт движется по производственной линии и проходит через участок, на котором расположена весоизмерительная платформа с тензодатчиком, производится замер, и данные о весе продукта отправляются в ПЛК, где вес сравнивается с заданными значениями, если он укладывается в заданный диапазон, устройство дожидается сигнала о том, что объект покинул весоизмерительный участок и ожидает появления следующего объекта. В случае отклонения фактического веса от заданного, активируется пневматический механизм отбраковки, устройство дожидается сигнала о том, что объект покинул весоизмерительный участок и ожидает появления следующего объекта, в случае если отбраковка не была завершена, включается режим аварии.

Для реализации механизма отбраковки использован электропневматический распределитель, что позволяет изменять его состояние при помощи управляющего сигнала от ПЛК.

Датчики, используемые для отслеживания положения толкателя устройства отбраковки и продукции на производственной линии, подключаются к дискретным входам ПЛК, катушка электропневматического распределителя подключается к дискретному выходу ПЛК. Для организации связи между ПЛК и весоизмерительным преобразователем используется интерфейс RS-485, для прошивки контроллера и отладки программы управления через ПК используется интерфейс RS-232.

Необходимо разработать программу, которая будет подготавливать и отправлять запрос, а также принимать и разбирать ответ с информацией о весе. Полученный вес сравнивается с контрольными

значениями и в случае его несоответствия активируется механизм пневматической отбраковки.

Данная система, как и отдельные её элементы, может использоваться студентами, изучающими системы автоматического и автоматизированного управления, а также изучающими дисциплину «Автоматизированные комплексы распределённого управления», для расширения познаний в области автоматизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чеквейер [Электронный ресурс]. – URL: <https://ves-line.ru/checkweigher.html> (дата обращения: 01.03.2022).

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

3. Camozzi Automation [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.camozzi.ru/> (дата обращения: 02.03.2022).

4. ОБЕН ПЛК63 [Электронный ресурс]. – URL: <https://owen.ru/product/plk63> (дата обращения: 02.03.2022).

УДК 620.179.18

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО НАРАЩИВАНИЯ ОБЛАСТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕФЕКТОВ СВАРКИ

Д.К. Нгуен, аспирант ОАР НИ ТПУ

*Научный руководитель С.В. Муравьев, проф. ОАР НИ ТПУ, д.т.н.
г. Томск, ТПУ, nguyen@tpu.ru*

Представлен подход к реализации метода наращивания областей, используемого для автоматического разбиения изображения сварного шва на дефектную и бездефектную области. Начальные точки для алгоритма наращивания областей выбираются с помощью метода комплексирования интервалов агрегированием предпочтений (IF&PA). Область дефекта расширяется путем включения соседнего пикселя при условии незначительного изменения ее дисперсии. Проверка предложенного подхода на реальных фотоизображениях показала, что он позволяет обнаруживать разные типы дефектов сварного шва с достаточно высокой точностью при правильном выборе начальных точек.

Ключевые слова: сварной шов, контроль поверхности, алгоритм наращивания области, дисперсия, адаптивный порог.

В современных условиях возрастает актуальность автоматизации обнаружения дефектов сварного шва на его фотоизображении с при-

влечением современных технологий обработки изображений и компьютерного зрения.

Метод наращивания областей (НО) [1] отображает каждый пиксель входного изображения в набор областей, для чего выбираются начальные точки и к ним добавляются соседние однородные пиксели. От выбора подходящей начальной точки зависит качество результата распознавания. Такой выбор может быть выполнен вручную или автоматически. В данном исследовании начальные точки определяются методом комплексирования интервалов агрегированием предпочтений (IF&PA [2]).

Начальные точки после определения маркируются соответствующими областями. Затем эти начальные точки преобразуются в область изображения путем их объединения с точками, которые похожи на них и не маркированы. Поскольку наращивание области происходит последовательно, важно определить критерий объединения и порядок включения точек в область. В данном исследовании в качестве критерия объединения используется дисперсия интенсивности цвета области. Это значит, что область наращивается по мере увеличения значения дисперсии.

Исходное изображение A представляет собой изображение поверхности сварного шва с двумя областями для распознавания: дефектной областью E и бездефектной областью F .

Предположим, что дефектная область E включает в себя пиксели x_i с интенсивностью цвета h_i . Среднее значение и дисперсия интенсивности цвета дефектной области E рассчитываются следующим образом:

$$H_E = (1/|E|) \sum_{i=1}^{|E|} h_i, \quad (1)$$

$$V_E = (1/(|E|-1)) \sum_{i=1}^{|E|} (h_i - H_E)^2, \quad (2)$$

где $|E|$ – размер (число точек) области E ; h_i – интенсивность цвета точки $x_i \in E$.

Дефектная область E имеет набор соседей S_E , определяемых через стандарт 8-связности [3]. Заметим, что точки считаются соседями области E , если $x \in S_E$, и $x \notin F$.

Предположим, что точка $x \in S_E$ включена в область E , тогда среднее значение и дисперсия интенсивности области E изменится в зависимости от величины интенсивности этой точки. Это значит, что среднее значение и дисперсия области E зависят от интенсивности точки x .

Обозначим через $V_E(x)$ дисперсию интенсивности цвета точки $x \in S_E$. Определим точку $x_{V_E \min} \in S_E$ с минимальной дисперсией для области E , т.е.

$$x_{V_E \min} \leftarrow \arg \min_{x \in S_E} V_E(x), \quad (3)$$

$$V_{E \min} \leftarrow \min\{V_E(x) \mid x \in S_E\}. \quad (4)$$

Аналогичным образом определим точку $x_{V_F \min} \in S_F$ с минимальной дисперсией $V_{F \min}$ для бездефектной области F .

Дисперсия интенсивности цвета представляет собой разброс точек области по отношению к центру (среднему значению) области. Невысокое значение дисперсии показывает, что интенсивность точек незначительно отличается от среднего значения области или что точки области имеют практически одинаковую интенсивность. И наоборот, чем больше дисперсия, тем больше разница интенсивности точек области. Заметим, что дефектная E и бездефектная F области в данном исследовании генерируются начальными точками с одинаковой интенсивностью цвета. То есть когда начинает работать алгоритм НО, дисперсия областей E и F равна нулю.

Можно предложить следующую процедуру включения точек в области: точки, которые изменяют дисперсию области в меньшей степени, включаются в область в первую очередь, т.е.:

- шаг 1: если $V_{E \min} \leq V_{F \min}$, то точка $x_{V_E \min}$ включается в область E , иначе точка $x_{V_F \min}$ включается в область F ;

- шаг 2: определяются новые точки $x_{V_E \min}$, $x_{V_F \min}$ и дисперсии $V_{E \min}$, $V_{F \min}$; переход к шагу 1, пока не выполнится равенство $|E| + |F| = |A|$.

Для проверки предложенного алгоритма были использованы изображения сварного шва, показанные на рис. 1, *a*. Для сравнения на рис. 1, *б* показаны результаты обработки изображений, полученные методом НО с порогом, выбранным оператором $d = 0,15$ [4].

Из данных рис. 1 следует, что предложенный алгоритм обеспечивает достаточно точные результаты распознавания при полностью автоматическом выборе начальных точек.

Заключение. В этой статье был предложен новый подход к распознаванию изображения с использованием метода наращивания областей на основе нескольких начальных точек. В этом подходе начальные точки выбираются методом IF&PA, а области увеличива-

ются путем включения соседних пикселей, имеющих близкую к области интенсивность цвета.

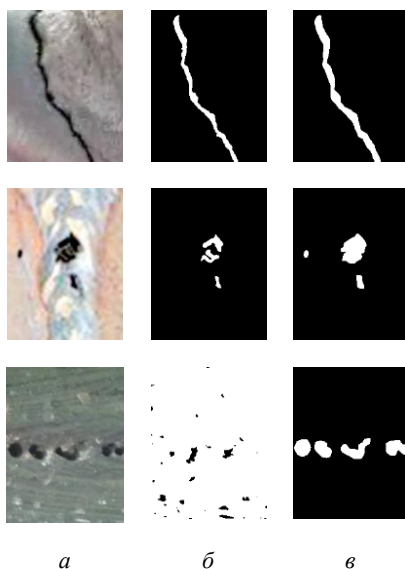


Рис. 1. Тестовые изображения (*а*) и результаты распознавания методом НО с заданным порогом (*б*) и предложенным модифицированным методом НО с выбором начальных точек методом IF&PA (*в*)

Результаты проверки предложенного подхода на реальных фотоизображениях показывают, что он может обнаруживать многие типы дефектов сварного шва с достаточно высокой точностью при условии правильного выбора начальных точек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tang J. A color image segmentation algorithm based on region growing // Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Engineering and Technology. – April 16–18, 2010, Chengdu, China. – Vol. 6. – P. 634–637.
2. Muravyov S.V. Analysis of heteroscedastic measurement data by the self-refining method of interval fusion with preference aggregation – IF&PA / S.V. Muravyov, L.I. Khudonogova, M.D. Ho // Measurement. – 2021. – Vol. 183. – P. 109851.
3. El-Sayed M.A. Edges detection based on Renyi entropy with split/merge // Computer Engineering and Intelligent Systems. – 2012. – Vol. 3, № 9. – P. 32–41.
4. Нгуен Д.К. Сегментация изображений методом наращивания областей при автоматическом обнаружении дефектов сварки / Д.К. Нгуен, С.В. Муравьев // XVII Междунар. науч.-практ. конф. «Электронные средства и системы управления». – Томск: ТУСУР, 2021. – С. 106–109.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

А.Е. Сахабутдинов, аспирант каф. КСУП

*Научный руководитель В.М. Дмитриев, проф. каф. КСУП, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, sahabutdinov.a.0513@e.tusur.ru*

Приводится описание разрабатываемого аппаратно-программного комплекса, предназначенного для проведения тестирования работ моделей лабораторных установок с целью дальнейшего внедрения в технологические процессы.

Ключевые слова: система, управление, реально-виртуальная лаборатория, аппаратно-программное моделирование, среда моделирования, микроконтроллер.

В настоящее время аппаратно-программное моделирование находит широкое применение в автоматизации технологических процессов. Для любой комплексной, дорогостоящей и длительной в плане разработки технической системы нужно проводить тщательное тестирование её работоспособности. Однако проведение подобного тестирования влечет за собой значительные накладные расходы и сложность проверки работы каждой отдельной подсистемы. Решением подобных проблем является применение концепций аппаратно-программного моделирования (АПМ). АПМ осуществляет проверку алгоритма управления, работающего на заданном целевом контроллере, путем создания виртуальной среды реального времени, которая представляет физическую систему для управления [1]. АПМ помогает тестировать поведение алгоритмов управления без физических прототипов. Осуществляется это с помощью специализированных стендов, на которых математическая модель объекта управления работает в реальном времени, а испытываемый блок управления (БУ) подключается к этому стенду и управляет моделью объекта [2]. Таким образом, применение АПМ позволяет сократить затраты времени и средств на проведение испытаний работы того или иного объекта или системы.

Актуальность разработки АПМ состоит в необходимости сокращения затрат и времени на создание реально-виртуальных лабораторий путём применения методов и средств концепции АПМ, а также построение автоматизированных процедур для управления реально-виртуальными лабораториями.

Разрабатываемый аппаратно-программный комплекс состоит из лабораторных установок, их моделей, проектируемых в среде модели-

рования, и блока управления – отладочной платы STM32F769I-DISCO со встроенным микроконтроллером STM32F769N1H6 с установленной операционной системой реального времени (ОСРВ). ОСРВ необходима для обеспечения своевременного формирования параметров в реальном времени, на основе которых формируются оптимальные характеристики и показатели лабораторной установки [3].

Выбор ОСРВ осуществлялся с учётом совместимости с микроконтроллером STM32F769N1H6, а также по результатам исследования основных характеристик производительности операционных систем [4]. В конечном счёте выбор ОСРВ был сделан в пользу Mbed OS.

Схема разрабатываемого аппаратно-программного комплекса представлена на рис. 1.

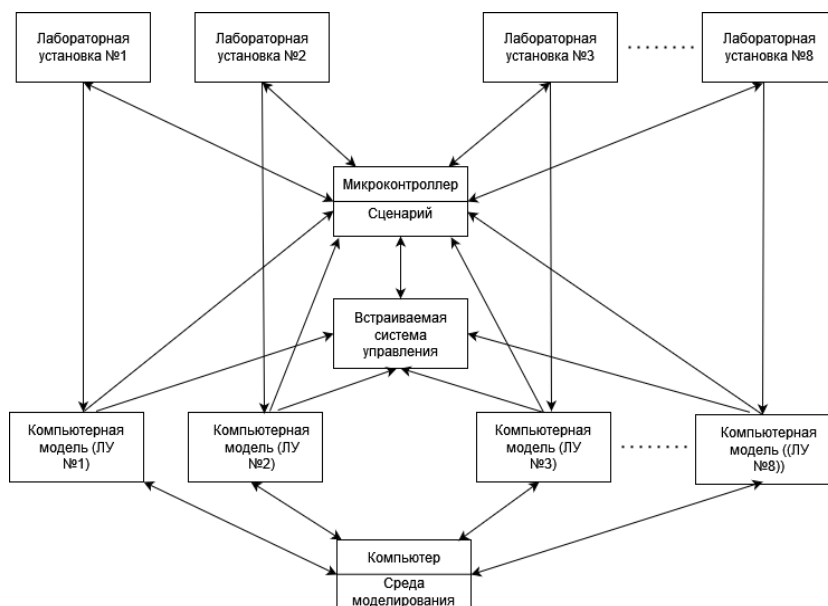


Рис. 1. Схема разрабатываемого аппаратно-программного комплекса

В качестве встраиваемой системы управления может выступать любая система, совместимая со средой моделирования, установленной на компьютере. Одной из таких систем может служить комплекс полунатурного моделирования (КПМ) «РИТМ» или другой близкий по характеристикам и функционированию аналог [5].

Проектирование компьютерных моделей лабораторных установок происходит в среде графического моделирования Matlab Simulink [6].

Работа виртуального комплекса осуществляется согласно следующему алгоритму:

1. Для соответствующей лабораторной установки создается компьютерная модель, в которой задаются структура, связи и параметры самой лабораторной установки.

2. Далее микроконтроллер начинает взаимодействовать с компьютерной моделью.

3. После подключения микроконтроллер начинает проводить отладку сценария управления объектом установки (в данном случае лабораторной установки) на её модели.

4. Отлаженный сценарий фиксируется в микроконтроллере, и после этого происходит подключение микроконтроллера к соответствующей лабораторной установке.

5. Если система лабораторной установки и микроконтроллера достигает заданных показателей и характеристик, то процесс разработки заканчивается. В противном случае необходимо вернуться к шагу 1 (без задания структуры и связей, задаются только параметры).

Схема взаимодействия компонентов и процессов разрабатываемого АПМ представлена на рис. 2.

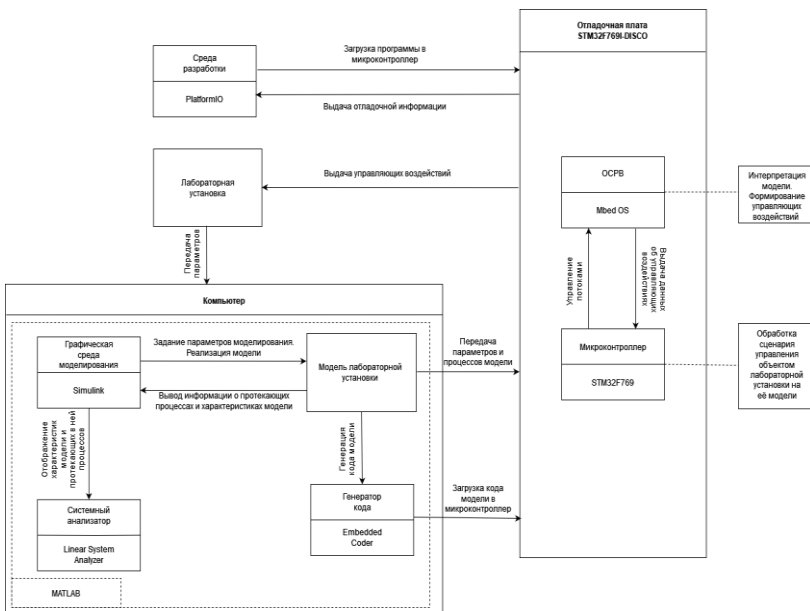


Рис. 2. Схема взаимодействия процессов в аппаратно-программном комплексе

На текущий момент предполагается, что разрабатываемый аппаратно-программный комплекс обеспечит успешное тестирование работ моделей лабораторных установок. После проведения тестирования работы аппаратно-программного комплекса на основе моделей восьми лабораторных установок планируется дальнейшее его внедрение в технологические процессы на реальных производствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы аппаратно-программного моделирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.exponenta.ru/physmod/simscape/ug/what-is-hardware-in-the-loop-simulation.html> (дата обращения: 03.10.2021).
2. Что такое Hardware-in-the-Loop или HiL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hub.exponenta.ru/post/chto-takoe-hardware-in-the-loop-ili-hil683> (дата обращения: 05.10.2021).
3. Colin Walls. Program structure and real-time [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.embedded.com/program-structure-and-real-time/> (дата обращения: 14.10.2021).
4. Performance study of real-time operating systems for internet of things devices // IET Softw. – 2018. – Vol. 12, No. 3. – P. 176–182.
5. Комплекс полунатурного моделирования РИТМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://exponenta.ru/kpm-ritm> (дата обращения: 15.01.2022)
6. MathWorks. Matlab Simulink [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mathworks.com/products/simulink.html> (дата обращения: 03.10.2021).

УДК 004.912

ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ ИЗ МЕДИЦИНСКИХ ДНЕВНИКОВ С ПОМОЩЬЮ ИНСТРУМЕНТОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Д.Е. Соколовский, аспирант ИШИТР

Научный руководитель С.В. Аксенов, доцент НИ ТПУ ИШИТР, к.т.н.

г. Томск, НИ ТПУ, des16@tpu.ru

Рассматриваются инструменты для выявления именованных сущностей, обучение своей модели на существующей, а также тестирование работы модели на медицинских наборах данных (дневниках пациентов) для их дальнейшего структурирования.

Ключевые слова: именованные сущности, машинное обучение, набор данных, структурирование, DeepPavlov.

Именованная сущность – это слово или словосочетание, обозначающее предмет или явления определенной категории. В понятие

именованных сущностей входят имена людей, названия организаций, локаций и др. [1].

Выделяется несколько инструментов для выявления именованных сущностей, работающих с русским языком и python:

- DeepPavlov BERT NER: SOTA-система (наилучшие на данный момент результаты) для русского языка – имеет возможность обучения [2];

- slovnet BERT NER: аналог DeepPavlov BERT NER + дистилляция через синтетическую разметку (Nerus) в WordCNN-CRF с квантованными эмбедингами (Navec) + движок для инференса на NumPy [3];

- spaCy: предлагает tok2vec и Multilingual BERT. Также пользователь может самостоятельно выбрать предобученную модель из списка на HuggingFace [4].

Описание и тестирование алгоритма. В данной работе был рассмотрен инструмент DeepPavlov BERT (версия 0.17.2) и протестирован на дневниках пациентов [5].

С помощью него извлекаются частные сущности и их значения, созданной с помощью машинного обучения моделью, которая обучена на примере дневников пациентов, а также выявляются даты и имена для структурированного и быстрого получения медицинских данных.

Входные и выходные данные модели представлены на рис. 1.

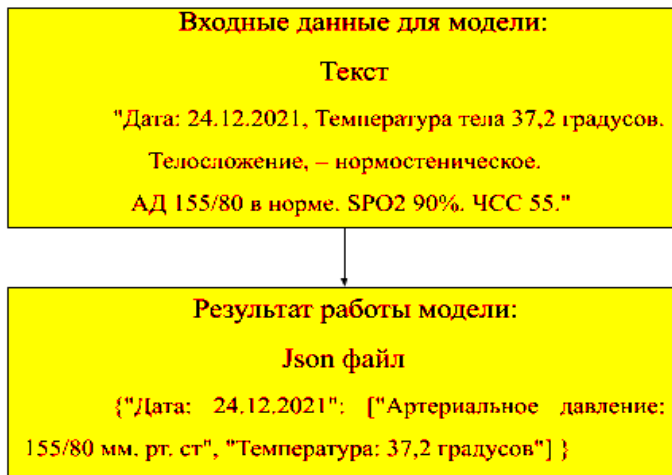


Рис. 1. Процесс формирования json-файла

Разметка для обучения производилась путем определения группы каждой сущности. «Температура тела» определена как TEMP, значение температуры, например 37,2, – TEMPVALUE, а единица измере-

ния, например «градусы», – ТЕМПМЕТР. Артериальное давление определено аналогично – АД, значение, например 120/80, – ADVALUE, а единица измерения, например мм рт. ст., – ADMETR), а также дата как (DATE), а частота дыхательных движений как CHDD. Весь остальной неразмеченный текст помечается «О».

Для тестового анализа подготовлены 3 файла (train.txt, valid.txt, test.txt), в виде размеченного текста.

Для работы с библиотекой DeepPavlov выбрана модель языка для работы с текстом. Была выбрана `ner_ontonotes_bert_mult`, т.к. она является мультязычной и содержит не только русский язык, но в том числе имеется поддержка английского языка, что очень важно для обработки медицинских данных, которые могут иметь не только термины русского языка [6]. После этого разработана собственная модель для выявления именованных сущностей на основе уже имеющихся. Она обучается на подготовленных данных и на тестовом этапе показывает $f1$ меру на уровне около 75% (в качестве ошибок были, например, следующие: неправильно определена именованная сущность, частота дыхательных движений (ЧДД), вместо нее определена ЧСС).

На первом этапе мы получили числовые значения и информацию, к какой сущности относится данное значение.

После получения разметки сформирован файл формата json, в котором структурируются предикторы из дневника пациента: температура, артериальное давление, частота дыхательных движений, дата.

Заключение. По результатам экспериментов были рассмотрены популярные инструменты по выявлению именованных сущностей, выбран для исследования и тестирования работы DeepPavlov BERT (версия 0.17.2), который имеет в своем функционале возможность обучения собственных моделей на своем наборе данных, обучена собственная модель и протестирована на медицинском тексте. Данная модель на тестовом этапе имеет показатель $f1$ -меры 0,75.

ЛИТЕРАТУРА

1. Burtsev M.S. A Deep Neural Network Model for the Task of Named Entity Recognition Anh Le // International Journal of Machine Learning and Computing. – 2019. – Vol. 9, No. 1. – P. 8–13,
2. DeepPavlov [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/deepmipt/DeepPavlov>, свободный (дата обращения: 15.01.2022).
3. SloVnet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/natasha/slovnet>, свободный (дата обращения: 15.01.2022).
4. Spacy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spacy.io>, свободный (дата обращения: 15.01.2022).

5. Goal-Oriented Multi-Task BERT-Based Dialogue State Tracker / P. Gulyaev, E. Elistratova, V. Kononov, Y. Kuratov, L. Pugachev, M. Burtsev // AAAI. – 2020. – Vol. 20.

6. Маслова М.А. Методы распознавания именованных сущностей в русском языке / М.А. Маслова, А.С. Дмитриев, Д.О. Холкин. – М.: Инженерный вестник Дона. – 2021. – Т. 79, № 7. – С. 3–105.

УДК 681.5

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТЬЮ ЗАДВИЖКИ АРТЕЗИАНСКОЙ СКВАЖИНЫ

В.А. Журков-Шкаренда, аспирант каф. КСУП

Научный руководитель В.Н. Замятин, проф. каф. АОИ, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, zhurkov.96@mail.ru

Рассмотрены виды задвижек артезианских скважин, способы управления мощностью задвижки, а также нейросетевой регулятор мощности задвижки артезианской скважины.

Ключевые слова: нейронная сеть, артезианская скважина, задвижка, модель, регулятор.

Задвижки применяются в трубопроводах различного назначения, их размещают в сетях подачи воды, нефтепродукта, газа, а также для вентилирования, канализации и прочих сред с нейтральными химическими свойствами.

В статье рассматриваются артезианская скважина, а также запорно-регулирующий механизм, имеющий основное назначение – приостанавливать поток рабочей среды по трубопроводу и снова пускать, а также гарантировать необходимую герметичность.

В настоящее время используется 3 основных вида задвижек: клиновые, шибреные, шланговые. Каждый из них адаптирован под использование в определенных условиях и ситуациях, важным условием является наличие электропривода, которым можно управлять с помощью программного обеспечения. Существуют различные способы управления мощностью задвижки.

П-регулирование – это способ регулирования, при котором характеристики выходного и входного сигнала пропорциональны, из этого следует, что регулирование происходит по пропорциональному закону

$$y = K_p * \Delta X ,$$

где K_p – это коэффициент передачи регулятора, являющийся настройным параметром регулятора; y – величина перемещения регулирующего органа; ΔX – ошибка регулирования.

При данном регулировании проще всего отследить зависимость между входными и выходными данными, расчеты производятся быстро, однако сказываются на остаточном отклонении.

ПИД-регулирование – способ, в котором сигнал с датчиков включается в обратную связь для автоматического управления системой. Основная задача ПИД-регулятора состоит в том, чтобы воздействовать на объект управления, учитывая полученные данные с приборов (датчиков обратной связи), тем самым плавно подводя регулируемое значение к заданным параметрам.

Способ **нечеткого управления** заключается в том, что нечеткая логика дает возможность сформировать промежуточные значения для оценок да/нет, существует/отсутствует и т.д. Выражения, подобные таким, как «немного наполнена» или «достаточно наполнена», возможно формировать математически и обрабатывать на вычислительных машинах. Контроллер нечеткой логики отличается от обычных контроллеров тем, что для описания системы требуются знания экспертов вместо дифференциальных уравнений.

Нейросетевое управление использует для управления нейронную сеть, которая может обучаться и на основе этого формировать управляющие воздействия. Персептрон и его разновидности являются достаточно простыми видами нейронных сетей, но вполне подходящими для управления задвижками.

Однослойный персептрон является моделью нейронной сети с одним скрытым слоем и ступенчатой функцией активации. Однослойный персептрон получает на вход сигнал, заданный вектором X , и на выходе формирует число

$$y = \sigma(S),$$

где

$$S = \sum_k w_k x_k - h = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n - h.$$

Входной вектор X состоит из n компонентов $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, каждый из которых представляет собой численную характеристику анализируемого нейронной сетью объекта.

Через $w_{i,i} = \overline{(1, n)}$ и h обозначены параметры персептрона – синоптические веса и сдвиг соответственно.

Переменные $x_{i,i} = \overline{(1, n)}$ могут быть булевыми, значит, объект обладает данным признаком, если $x_i = 1$, и не обладает в случае, если

$x_i = 0$. В этом случае функция $\sigma(S) = H(S) = \begin{cases} 1, S > 0, \\ 0, S \leq 0, \end{cases}$ – функция

Хевисайда.

Преимущество персептрона заключается в его простоте. Недостаток – персептрон классифицирует только линейно разделимые объекты.

Для **многослойного персептрона** известен реальный выход устройства $y(t)$ при входе $\mathbf{X}(t)$, где $\mathbf{X}(t)$ – вектор с компонентами (x_1, x_2, \dots, x_n) , t – номер проводимого опыта, $t = \overline{1, T}$ (максимальное число опытов T заранее определено). Необходимо найти параметры модели и $V_k = (V_{1k}, V_{2k}, \dots, V_{nk})$, $h_k, k = \overline{1, m}$ такие, что выход модели $F(X, V, w)$ и реальный выход устройства $y(t)$ были бы как можно ближе друг к другу. Эта задача всегда разрешима так называемыми многослойными персептронами. К преимуществам многослойного персептрона следует отнести возможность классифицировать любые объекты, разделимые в пространстве признаков.

Для построения регулятора мощности задвижки артезианской скважины был осуществлен следующий алгоритм действий.

Входными данными являются данные с лазерного дальномера (расстояние до поверхности воды). Выходными данными является мощность задвижки, т.е. ее открытие, которая варьируется в диапазоне от 0 до 1.

В нейронах полученное значение обрабатывается функцией активации. Для активации нейронов выбрана сигмоидальная функция, приведенная на рис. 2.

$$y = f(w^*x + b),$$

где w – это вес нейрона в слое; x – входное значение; b – смещение.

Нейронная сеть имеет 3 слоя:

1. Входной слой с одним нейроном для считывания данных с датчика.

2. Скрытый слой, осуществляющий обучение, имеет 256 нейронов.

3. Выходной слой с одним нейроном, для отображения мощности.

Архитектура нейронной сети представлена на рис. 1.

Прежде чем обучать нейронную сеть, необходимо измерить, насколько хорошо она работает, для этого проводятся измерения потерь.

Для расчета потерь используется среднеквадратичная ошибка

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{\text{true}} - y_{\text{pred}})^2,$$

где n – это количество измерений; y_{true} – истинное значение переменной; y_{pred} – предсказанное значение переменной. Тем самым $(y_{\text{true}} - y_{\text{pred}})^2$ называется квадратичной ошибкой.

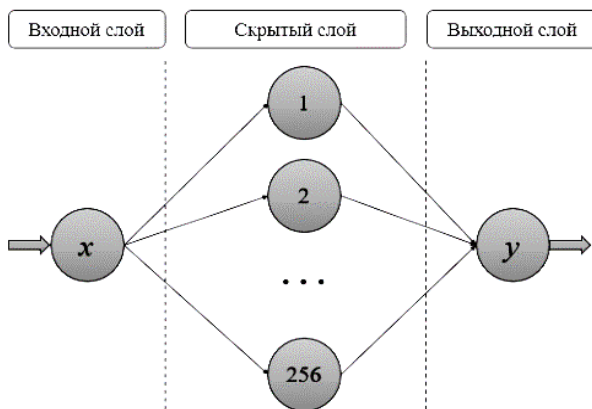


Рис. 1. Нейронная сеть

В результате получаем уровень мощности (рис. 2), исходя из тестовых данных (показания лазерного датчика, $x = 124$ м), равный ~ 1 , а именно $y = 0,9999$ при среднеквадратическом отклонении $MSE = 0,1956$.

```
Процесс обучения закончен
Среднеквадратичное отклонение (MSE) = 0.19561398854999668
Тестовые данные [124]
Расстояние до воды 124м., уровень мощности = 0.9999998142574685
Press any key to continue . . .
```

Рис. 2. Консольный вывод программы

Заключение. Были рассмотрены виды задвижек артезианских скважин, основное назначение запорно-регулирующего механизма, а также способы управления мощностью задвижки. Подробно были описаны типичные нейросетевые модели и проведена их систематизация.

Реализован нейросетевой регулятор мощности задвижки артезианской скважины на основе данных, полученных с лазерного дальномера. Использовался скрытый слой с множеством нейронов для более точного обучения нейронной сети. Для реализации применялся язык программирования Python.

ЛИТЕРАТУРА

1. Городецкий В.С., Грушинский М.С., Хабалов А.В. Многоагентные системы. – 2015. – 32 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spkurdyumov.ru/networks/mnogoagentnye-sistemy-obzor/4/>, свободный (дата обращения: 15.02.2022).
2. Кригер Л.С. Управление движением городского пассажирского транспорта на основе нечеткого ситуационного подхода: дис. ... канд. техн. наук. – Астрахань, 2014. – 142 с.
3. Батищев С.В., Скобелев П.О. Основные этапы разработки многоагентных систем в инструментальной среде при созданим интернет-приложений // Стохастическая оптимизация в информатике. Т. 8, вып 1. – 2003. – С. 8.
4. Тарасов В.Б. Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллект. – М., 1998. – С. 36.
5. Есенбекова А.Э., Джумахметова Л.К., Дусталиева С.М. Имитационное моделирование как главный инструмент конструирования сложных процессов и систем // VII Междунар. науч. конф. «Технические науки в России и за рубежом. – М., 2017. – С. 165–167.

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 004.85

АУТЕНТИФИКАЦИЯ ПО ДИНАМИЧЕСКОЙ РУКОПИСНОЙ ПОДПИСИ С ОТБОРОМ ГЛОБАЛЬНЫХ ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ

*Д.А. Андреевских, Р.Е. Коломников, студенты
Научный руководитель К.С. Сарин, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, andreevskih.dar@yandex.ru*

Представлена архитектура системы аутентификации пользователя по динамической рукописной подписи. Произведен отбор информативных признаков с помощью генетического алгоритма. Проведены оценка и сравнение точности полученной системы с использованием отбора признаков и без него.

Ключевые слова: динамическая подпись, аутентификация, генетический алгоритм, классифицирующая модель.

Проблема аутентификации пользователя до сих пор является актуальной, так как не было создано системы, позволяющей верифицировать пользователя со 100% точностью. В области верификации применяются разные подходы как к методу аутентификации, так и к аутентифицирующим признакам. В настоящей работе рассматривается аутентификация с использованием классифицирующей модели на основе динамической рукописной подписи.

Система аутентификации. Архитектура работы системы аутентификации представлена рис. 1.

Извлечение признаков. Из сигналов подписи извлекался вектор признаков, содержащий 113 элементов и включающий в себя пространственно-временные признаки подписи (количество отсчетов, максимальное значений координаты Y и т.д.) и их производные (среднее значение абсолютной скорости, максимальное значение рывка по координате X и т.д.), а также признаки подписи по давлению (средняя скорость приращения давления, отношение давления в точке с максимальным ускорением к максимальному давлению и т.д.) [1].

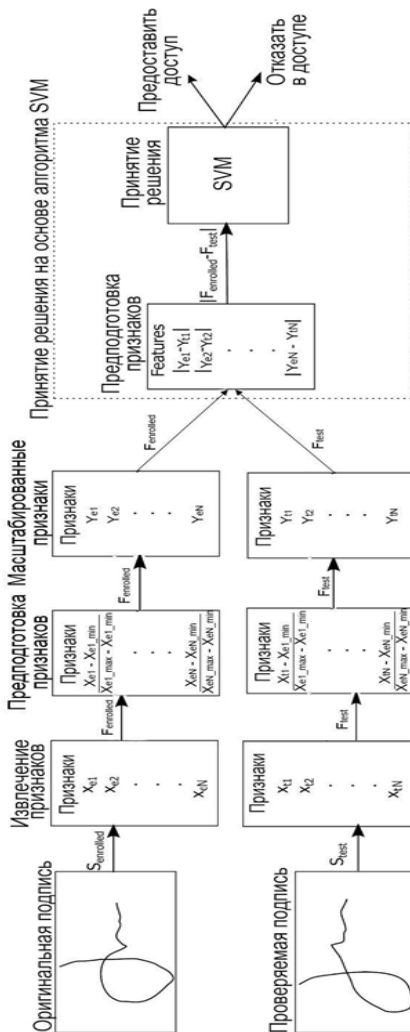


Рис. 1. Архитектура системы аутентификации

Отбор признаков. В проблеме отбора признаков генетическим алгоритмом классификатор кодируется бинарным вектором, количество элементов которого совпадает с количеством признаков, а значение (1 или 0) соответствует наличию или отсутствию признака в классификаторе. Для нахождения такого вектора с лучшей точностью классификации было решено использовать генетический алгоритм [2].

В качестве генотипа был задан бинарный вектор, содержащий 113 элементов. В качестве целевой функции выбрана точность классификации. Для вычисления точности выполняется построение классифицирующей модели SVM на основе генотипа, который сформировался в текущем поколении, и тестирование построенной модели.

Обучающие данные. Для отбора признаков и построения классифицирующих моделей была использована сторонняя база DeepSignDB [3], содержащая подписи 230 пользователей: по 25 оригинальных и 25 поддельных. Для обучения классифицирующих моделей из базы было выбрано 15 000 пар подписей: 7 500 пар оригинальная подпись – оригинальная подпись, 3 250 пар оригинальная подпись – поддельная подпись данного пользователя (квалифицированная подделка), 3 250 пар оригинальная подпись – оригинальная подпись другого пользователя (неквалифицированная подделка).

Тестовые процедуры. Для отбора признаков был запущен генетический алгоритм со следующими параметрами: размер популяции – 50, количество поколений – 400, доля новых индивидов в поколении – 0,8, вероятность мутации – 0,05.

Полученное количество признаков. После завершения работы генетического алгоритма максимальная точность составила – 0,978.

Из 113 признаков было отобрано 99. Невыбранными оказались такие признаки, как дисперсия скорости по координате Y, среднеквадратичное отклонение рывка, отношение средней скорости к максимальной скорости, средняя скорость давления, среднее значение рывка по давлению и др.

Тестирование модели, построенной на отобранных признаках с 15 000 экземпляров, проводилось на основе двух наборов данных, построенных на основе собственной базы данных пользователей, а также на основе обучающих данных. Описание первого и второго наборов дано ниже.

- 1-й набор включал пары оригинальная подпись – оригинальная подпись и оригинальная подпись – квалифицированная подделка;
- 2-й набор включал пары оригинальная подпись – оригинальная подпись и оригинальная подпись – неквалифицированная подделка.

Результаты тестирования представлены в таблице.

Заключение. Была разработана система аутентификации пользователя по рукописной динамической подписи с отбором значимых информативных признаков генетическим алгоритмом. Обучение классифицирующей модели проводилось на общедоступной базе данных. Такой подход позволяет создавать системы без сбора подписей на собственном устройстве съема.

Результаты тестирования

	1-й набор данных		2-й набор данных		Обучающие данные	
	Без отбора	С отбором	Без отбора	С отбором	Без отбора	С отбором
Точность (ACC), %	79,9	79,61	87,74	87,83	97,79	97,78
Ошибка первого рода (FRR), %	28,44	28,23	28,44	28,23	1,44	1,41
Ошибка второго рода (FAR), %	11,75	12,55	2,14	2,12	2,97	3,01

Максимальная точность при отборе признаков составила – 97,8%. Количество признаков сократилось с 113 до 99. Точность классификатора, построенного на отобранных признаках, составила 79,6% для квалифицированных подделок и 87,8% для неквалифицированных подделок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fierrez-Aguilar J. An On-line signature verification system based on fusion of local and global information / J. Fierrez-Aguilar, L. Nanni, J. Lopez-Penalba, J. Ortega-Garcia, D. Maltoni // Lecture Notes in Computer Science. – 2005. – Т. 3546. – P. 523–532.
2. Katoch S. A Review on Genetic Algorithm: Past, Present, and Future / S. Katoch, S.S. Chauhan, V. Kumar // Multimedia Tools and Applications. – 2021. – № 80. – P. 8091–8126.
3. Tolosana R. DeepSign: Deep On-Line Signature Verification / R. Tolosana, R. Vera-Rodriguez, J. Fierrez, J. Ortega-Garcia // IEEE Transactions on Biometrics, Behavior, and Identity Science. – 2021. – Vol. 3. – P. 229–239.

УДК 004.8

ПОСТРОЕНИЕ НЕЧЁТКОГО КЛАССИФИКАТОРА С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА КИТОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СЕТЕВЫХ АТАК НА ПРИЛОЖЕНИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Н.П. Корышев, аспирант каф. КИБЭВС

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, koryshev1997@gmail.com*

Представлены результаты построения классификаторов сетевых вторжений для систем интернета вещей на основе нечётких правил. Создание структуры нечёткого классификатора и настройка его па-

раметров осуществляется с помощью метаэвристического алгоритма китов по методу, рассмотренному в предыдущих работах. Работоспособность алгоритмов построения нечёткого классификатора на основе данной метаэвристики оценивается с использованием наборов телеметрических данных TON_IoT, полученных с различных конечных устройств интернета вещей.

Ключевые слова: обнаружение вторжений, нечёткий классификатор, метаэвристический алгоритм китов, набор данных TON-IoT, интернет вещей.

Интернет вещей (IoT) – это развивающаяся парадигма, которая обеспечивает взаимосвязь различных физических устройств и сетевых технологий. Хотя системы IoT и промышленного интернета вещей (IIoT) могут повысить производительность и эффективность за счёт интеллектуального и удалённого управления, они также увеличивают риск кибератак внутри сети и извне из-за отсутствия мер безопасности внутри сети IoT [1]. Поэтому вопрос разработки эффективных средств защиты сетей IoT, в частности, систем обнаружения вторжений (СОВ) для них, становится актуальным. Работоспособность СОВ может быть увеличена за счёт использования методов машинного обучения [2].

Цель работы – реализация на основе метаэвристического алгоритма китов алгоритмов и программных средств для построения нечёткого классификатора, пригодного для решения в том числе задачи обнаружения вторжений в сети IoT.

СОВ в системах IoT. СОВ – это механизм мониторинга сетевого трафика, который используется для обнаружения подозрительных или аномальных действий, совершающихся в обход периметров безопасности. По виду вторжений СОВ делятся на два типа: обнаружения сетевых вторжений (располагающиеся в критических точках сети) и обнаружения вторжений хоста (располагающиеся на любом устройстве сети) [3]. Данная работа посвящена разработке СОВ первого типа. Однако для выявления сетевых атак по службам IoT/IIoT необходимо разработать специальные СОВ, подходящие к специфике и требованиям приложений IoT/IIoT (примером специфичности является ограниченность ресурсов устройств IoT).

Постановка задачи. Для создания такой СОВ пригоден нечёткий классификатор. Это способ решения задачи классификации из области вычислительного интеллекта, главным достоинством которого является высокая интерпретируемость находящихся в его составе нечётких правил, что повышает надёжность классификации и облегчает понимание структуры СОВ, построенной на его основе [4]. СОВ на основе нечёткого классификатора будет сочетать в себе сигнатурную

и аномальную стратегии обнаружения атак; смешанная стратегия позволит классификатору и учесть специфику данных, и обнаруживать новые виды атак без обновления базы сигнатур атак [5].

Выполнение процесса создания нечёткого классификатора в данном исследовании выполняется на основе более ранней работы [5]. Он состоит в последовательном выполнении 3 этапов. Первый этап заключается в генерации базы нечётких правил с помощью алгоритма кластеризации. Второй этап – в отборе информативных признаков для классификатора по схеме «обёртки». Третий этап – в «тонкой» настройке параметров нечёткого классификатора. Алгоритмы решения этих задач могут быть разработаны на основе алгоритмов оптимизации, в том числе и метаэвристик, поскольку решение этих задач можно свести к решению задачи оптимизации некоторой целевой функции. В основе реализации этих алгоритмов в данной работе используется метаэвристический алгоритм китов (WOA) [6–8].

TON_IoT. Работоспособность классификаторов существенно зависит от характеристик используемого набора данных. До недавнего времени существовала проблема отсутствия реальных наборов данных для приложений IoT/IIoT, что серьёзно препятствовало оценке методов обнаружения вторжений в сети IoT. Многие крупные компании, создающие наборы данных IoT, не проявляют интереса к обмену своими данными с исследовательскими сообществами [9]. Однако недавно исследователи [9] предложили набор данных TON_IoT, разработанный на основе взаимодействующих сетевых элементов и систем IoT/IIoT для имитации реального выполнения текущих производственных сетей IoT/IIoT. Данные в этом наборе собраны из разных источников: данные из компьютерной сети, данные из операционных систем и данные телеметрии различных датчиков.

Для построения нечёткого классификатора в данной работе используются данные последней категории. Данные телеметрии были представлены в 7 файлах: «Weather» содержит измерения температуры, давления и влажности соответствующих датчиков; «Fridge» – измерения температуры и температурные режимы холодильника; «Garage Door» – данные с дверного датчика, подключенного к сети (дверь закрыта или открыта); «GPS-Tracker» – значения широты и долготы местонахождения GPS-трекера; «Modbus» – данные протокола Modbus, ответственного за чтение и запись в регистры контроллеров; «Motion Light» – данные с датчика освещённости (свет либо присутствует, либо нет); «Thermostat» – данные с датчика температуры термостата. Кроме измерений величин, каждый экземпляр содержит время сделанного измерения. Таким образом, все наборы данных характеризуются малым количеством признаков (от 3 до 5).

Эксперимент и полученные результаты. Наборы данных IoT из TON_IoT были взяты из [10]. Экземпляры были распределены на 7 классов сетевых атак (в числе которых DDoS, бэждоры, сканеры) и один класс нормальных соединений. Максимальное проверяемое количество кластеров в эксперименте было равно 10. Выполнялся эксперимент по схеме 5-кратной кроссвалидации; количество прогонов равнялось 3. В таблице приводятся средние результаты точности нечёткого классификатора, создаваемого с помощью предлагаемых алгоритмов, на 7 наборах TON_IoT на тестовой выборке в сравнении со средней точностью других классификаторов: логит-регрессии (LR), наивного байесовского (NB), k -ближайших соседей (k -NN), машины опорных векторов (SVM) и деревьев классификации и регрессии (CART).

Заключение. Результаты построения нечёткого классификатора для обнаружения сетевых атак на наборах IoT-данных из TON_IoT в таблице показывают, что создаваемые с помощью WOA нечёткие классификаторы могут быть использованы в COB для определения легитимности сетевого трафика в IoT и их работоспособность находится на уровне известных аналогов. Наивысшая по сравнению с аналогами точность классификации была достигнута при построении классификатора на наборах данных «Motion Light» (66%) и «Thermostat» (76%). Однако точность нечёткого классификатора на «Garage Door» и «GPS-Tracker» оказалась наихудшей (80 и 81% соответственно). Среди проверенных классификаторов нет того, чьи результаты работы превосходят результаты всех остальных.

Усреднённые значения точности классификаторов атак на сеть IoT

Наборы данных	Нечёткий классификатор + WOA	LR	NB	k -NN	SVM	CART
«Weather»	78	58	69	81	63	87
«Fridge»	67	57	50	99	81	97
«Garage Door»	80	100	100	100	100	100
«GPS-Tracker»	81	86	84	88	86	84
«Modbus»	87	67	67	77	67	98
«Motion Light»	66	58	58	54	58	58
«Thermostat»	76	66	66	60	66	59

В дальнейшем планируется проведение исследования, направленного на улучшение работоспособности нечёткого классификатора на наборах данных TON_IoT.

ЛИТЕРАТУРА

1. Raza S. SVELTE: Real-time intrusion detection in the Internet of Things / S. Raza, L. Wallgren, T. Voigt // *Ad Hoc Networks*. – 2013. – Vol. 11, No. 8. – P. 2661–2674.
2. Cavusoglu U. A new hybrid approach for intrusion detection using machine learning methods // *Applied Intelligence*. – 2019. – No. 49. – P. 2735–2761.
3. Deep Learning-Based Intrusion Detection for Distributed Denial of Service Attack in Agriculture 4.0 / M.A. Ferrag, L. Shu, H. Djallel, K.-K.R. Choo // *Electronics*. – 2021. – Vol. 10, No. 11. – P. 1257.
4. A fuzzy classifier with feature selection based on the gravitational search algorithm / M. Bardamova, A. Konev, I. Hodashinsky, A. Shelupanov // *Symmetry*. – 2018. – Vol. 10, No. 11. – P. 609.
5. Корышев Н.П. Построение системы обнаружения вторжений на основе нечёткого классификатора и алгоритма «китов» // Сб. избр. статей научной сессии ТУСУР (Томск, 19–21 мая 2021 г.): в 3 ч. – Томск: В-Спектр, 2021. – Ч. 2. – С. 196–200.
6. Корышев Н.П. Оптимизация параметров нечёткого классификатора на основе алгоритма «китов» // Сб. избр. статей научной сессии ТУСУРа (Томск, 22–24 мая 2019 г.): в 2 ч. – Томск: В-Спектр, 2019. – Ч. 2. – С. 66–68.
7. Корышев Н.П. Отбор информативных признаков для нечёткого классификатора с помощью бинарного алгоритма «китов» // Сб. избран. ст. научной сессии ТУСУР (Томск, 13–30 мая 2020 г.): в 2 ч. – Томск: В-Спектр, 2020. – Ч. 2. – С. 61–64.
8. Корышев Н.П. Алгоритм формирования базы правил нечёткого классификатора на основе алгоритма кластеризации К-средних и метаэвристического алгоритма «китов» / Н.П. Корышев, И.А. Ходашинский // Доклады ТУСУР. – 2021. – Т. 24, № 1. – С. 42–47.
9. TON_IoT telemetry dataset: a new generation dataset of IoT and IIoT for data-driven Intrusion Detection Systems / A. Alsaedi, N. Moustafa, Z. Tari, A. Mahmood, A. Anwar // *IEEE Access*. – 2020. – Vol. 8. – P. 165130–165150.
10. UNSW Sydney. The TON_IoT Datasets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://research.unsw.edu.au/projects/toniot-datasets>, свободный (дата обращения: 07.03.2022).

УДК 004.934.2

ГИБРИДНАЯ МЕРА ДЛЯ СРАВНЕНИЯ ЗАПИСЕЙ СЛогов

Д.И. Новохрестова, аспирант каф. КИБЭВС

*Научный руководитель Е.Ю. Костюченко, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, ndi@fb.tusur.ru*

Рассмотрено формирование гибридной меры сравнения схожести произношения слогов с использованием количественных значений, рассчитанных по метрикам DTW-расстояния, коэффициента корреляции и расстояния Минковского. В качестве механизма формирования гибридной меры предложено использование нечеткого клас-

сификатора на основе генетического алгоритма. Построение классификатора осуществлено методами машинного обучения на данных произношения слогов классифицированными экспертами. Приведены точности классификации для каждой группы проблемных фонем.

Ключевые слова: оценка разборчивости речи, сравнение записей слогов, нечеткий классификатор.

В рамках решения задачи построения алгоритма получения количественных оценок схожести двух записей одного и того же слога одной из подзадач является выбор меры схожести – выбор конкретной метрики или составление гибридной меры с использованием нескольких метрик. **Цель** данной работы – определить коэффициенты включения метрик в гибридную меру на основе сравнения с экспертным мнением.

Эксперимент. Были взяты звуковые файлы, которые записывались в рамках процесса речевой реабилитации после лечения онкологических заболеваний органов речевого тракта, проводимого на базе НИИ онкологии г. Томска. Запись сеансов осуществлялась согласно списку слогов, описанному в [1]. Были отобраны записи 15 пациентов. У 4 пациентов по 4 сеанса, у 11 пациентов по 3 сеанса. Первый сеанс у каждого пациента является эталонным, то есть именно с записями этого сеанса будут сравниваться соответствующие записи из остальных сеансов. В эталонном сеансе у пациента правильное (или максимально приближенное к правильному) произношение фонемы, в оцениваемом сеансе – произношение на момент записи аудио, его и требуется оценить. Таким образом, для подсчета оценок использовано 34 сеанса. Аудиозаписи были сгруппированы по группам проблемных фонем [к] и [к'], [т] и [т'], [с] и [с']. В каждой группе был сформирован набор из 1 020 записей.

Все выбранные записи были оценены двумя способами.

Первый способ: адаптированная методика согласно ГОСТ Р 50840–95 [2]. Оценка выставляется экспертом после прослушивания записи: 1 – если слог произнесен полностью верно, 0 – иначе. Итоговые оценки выбранных сеансов (кроме эталонных) были выставлены следующим образом: 1 – если и у записи в эталонном сеансе оценка 1, и записи в оцениваемом сеансе оценка 1, 0 – иначе.

Второй способ: с использованием разрабатываемого алгоритма для автоматизированной оценки качества речи. На вход алгоритму подается два звуковых файла: эталонная запись и оцениваемая запись. На выходе получается модельная количественная оценка. Для вре-

менной нормализации в алгоритме оценки использовался DTW-алгоритм [3].

По аналогии с предыдущими исследованиями считались оценки по трем метрикам:

- DTW-расстояние – значение последнего элемента матрицы преобразований, получаемой в результате работы DTW-алгоритма;
- коэффициент корреляции Пирсона

$$R_{p,q} = \frac{\text{cov}(p,q)}{\sqrt{s_p^2 s_q^2}}, \quad (1)$$

где $R_{p,q}$ – коэффициент корреляции между последовательностями p и q ; $\text{cov}(p,q)$ – ковариация между p и q ; s_p^2, s_q^2 – среднеквадратические отклонения;

- расстояние Минковского:

$$d_{\text{Mink}}(p,q) = \sqrt[l]{\sum_{i=1}^n (|p_i - q_i|)^l}, \quad (2)$$

где n – длина последовательность p и q ; l – параметр расстояния, в данной работе $l = 3$.

Экспертная оценка является бинарной (либо 0, либо 1). Оценки по метрикам DTW-расстояния и расстояния Минковского являются вещественными положительными числами, значение коэффициента корреляции является вещественным, число в интервале от -1 до 1 . Обозначим следующие наборы данных: $X = \{X_1, X_2, \dots, X_{1020}\}$ – экспертные оценки; $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_{1020}\}$ – оценки, полученные с использованием метрики DTW-расстояния; $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_{1020}\}$ – оценки, полученные с использованием коэффициента корреляции; $W = \{W_1, W_2, \dots, W_{1020}\}$ – оценки, полученные с использованием метрики расстояния Минковского).

Можно сказать, что эксперт выполняет задачу классификации: в рамках процесса оценки он выставляет оценку 1 или 0, тем самым разбивая набор аудиозаписей на два класса – если оценка 1, то аудиозапись относится к классу «произношение слога в аудиозаписи полностью разборчиво», если оценка 0, то аудиозапись относится к классу «произношение слога в аудиозаписи неразборчиво». Поэтому в качестве гибридной меры для оценки предложено использование нечеткого классификатора.

Нечеткая система может быть представлена [4] как

$$y = f(\mathbf{g}, \boldsymbol{\theta}, \mathbf{r}),$$

где \mathbf{g} – входной вектор значений $\|g_1, g_2, g_3\|$ (в рамках работы $g_1 = Y_i, g_2 = Z_i, g_3 = W_i$); $\boldsymbol{\theta} = \|\theta_1, \dots, \theta_N\|$ – вектор параметров antecedентов; y – скалярный выход системы; $\mathbf{r} = \|r_1, \dots, r_R\|$ – вектор параметров consequентов.

В нечеткой системе i -е правило имеет следующий вид:

IF $g_1 = A_{1i}$ AND $g_2 = A_{2i}$ AND $g_3 = A_{3i}$ THEN $y = r_i$,

где A_{ij} – лингвистический терм, которым оценивается переменная g_i ; r_i – значение консеквента i -го правила.

В качестве алгоритма оптимизации, используемого в нечетком классификаторе, используется генетический алгоритм. Генетический алгоритм представляет собой эвристический алгоритм поиска для решения задач оптимизации и моделирования путём последовательного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию [5].

На вход классификатору подается три значения: Y_i , Z_i , W_i . На выходе классификатор возвращает метку класса: 1 – если слог произнесен полностью верно, 0 – иначе.

Результаты. Для каждой группы проблемных фонем был построен нечеткий классификатор на основе имеющихся экспертных оценок и рассчитанных количественных значений по метрикам. Были получены значения точности классификации на обучающих и тестовых выборках. Для классификатора, построенного для группы фонем [к] и [к'], точность составила 0,87 для тестовой и 0,88 для обучающей выборок. Для классификатора группы фонем [с] и [с'] соответствующие точности составили 0,84 и 0,85. Для классификатора группы фонем [т] и [т'] точность составила 0,79 для тестовой и 0,81 для обучающей выборок. Точность классификации была получена на 10-кратной кроссвалидации.

Заключение. В качестве механизма расчета гибридной меры предложено использование нечеткого классификатора на основе генетического алгоритма. Для каждой группы проблемных фонем был построен свой классификатор с использованием экспертных оценок по ранее применяемому методу оценки разборчивости речи. На вход классификатору подается три количественных значения по используемым метрикам, на выходе – оценка. Данная гибридная мера будет использоваться при оценке схожести звуковых файлов и, по сути, представляет собой признаковое пространство для классификации качества речи в процессе речевой реабилитации после онкологических заболеваний органов речевого тракта.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-37-90082.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костюченко Е.Ю. Model of system quality assessment pronouncing phonemes / Е.Ю. Костюченко, Д.И. Игнатъева, Р.В. Мещеряков и др. // Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics). – 2016 [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7819016/> (дата обращения: 09.03.2022).

2. ГОСТ Р 50840–95. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. – 234 с.

3. Романенко А.А. Выравнивание временных рядов: прогнозирование с использованием DTW // Машинное обучение и анализ данных. – 2001. – № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jmla.org/papers/doc/2011/no1/Romanenko2011Dynamic.pdf> (дата обращения: 09.03.2022).

4. Ходашинский И.А. Идентификация нечетких систем на основе прямого алгоритма муравьиной колонии / И.А. Ходашинский, П.А. Дудин // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2011. – № 3. – С. 26–33.

5. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы / под ред. В.М. Курейчика. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 320 с.

УДК 004.934.2

РЕАЛИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В РАМКАХ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕЧИ

Д.И. Новохрестова, аспирантка каф. КИБЭВС

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

г. Томск, ТУСУР, ndi@fb.tusur.ru

Описан подход к реализации бионического принципа биологической обратной связи в процессе оценки качества речи в речевой реабилитации. Представлена схема информационных потоков методики, описаны принципы формирования кратковременных и долгосрочных подкрепляющих сигналов.

Ключевые слова: оценка качества речи, сравнение записей слогов, биологическая обратная связь.

Частью речевой реабилитации является оценка качества речи и динамики ее восстановления. Для повышения эффективности реабилитационных мероприятий предложено использовать методы биологической обратной связи (БОС) в процессе оценки качества речи.

Цель данной работы – описать предлагаемое использование методов БОС в процессе оценки.

Методы БОС заключаются в графическом или аудиопредставлении пациенту на устройствах вывода значений его физиологических показателей, определяемых клиническим протоколом. Использование БОС направлено на активизацию внутренних резервов организма для восстановления или совершенствования физиологических навыков

формирования речи. Применимость и эффективность использования принципов и методов БОС в процессе речевой реабилитации и работе с речевыми нарушениями описана в [1]. **Задача** использования методов БОС – увеличение эффективности восприятия пациентом оценки качества его речи и повышение эффективности реабилитационных мероприятий.

БОС всегда включает компонент подкрепления. Подкрепление может состоять из одного или нескольких стимулов (сигналов), каждый из которых представляет собой отдельный образ (картинка, цвет, звук, видео).

Различаются следующие виды подкреплений [2]:

- положительное подкрепление – в качестве подкрепления используются фото, видео и/или аудиообразы, вызывающие позитивную реакцию организма;

- отрицательное подкрепление – в качестве подкрепления используются фото, видео и/или аудиообразы, вызывающие негативную реакцию организма;

- смешанное подкрепление.

Предложенный подход. В рамках речевой реабилитации БОС предлагается использовать в процессе оценки качества речи и формировать положительные подкрепления на основе сравнения количественных оценок схожести звуковых сигналов – записей речи пациента в процессе реабилитации и лечения. Схема информационных потоков в предлагаемой методике представлена на рис. 1.

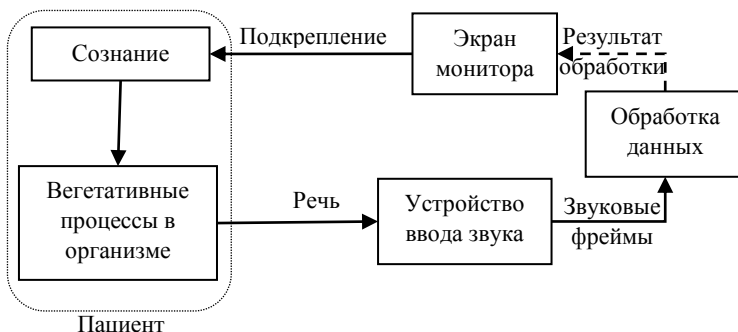


Рис. 1. Схема информационных потоков в методике оценки с использованием БОС

Методика предполагает формирование двух видов подкреплений: кратковременные подкрепления и долговременные. Описание исполь-

зубаемой методики оценки качества речи и самой речевой реабилитации представлено в [3].

Кратковременные подкрепляющие стимулы (подкрепления) основаны на оценке схожести записей произношения пациентом определенного слога, при этом записи отражают речь пациента в разные периоды времени (до операции – эталонная речь, сразу после операции и непосредственно в процессе речевой реабилитации). Подкреплением является цветовая окраска оценки предыдущей записи, отражаемая в режиме реального времени в процессе проведения сеанса записи слогов. При переходе на следующий слог стимул формируется заново. Результат использования такого вида стимулов – удовлетворение потребности пациента в мгновенной положительной оценке в течение сеанса.

Долговременные подкрепляющие стимулы (подкрепления) основаны на сравнении усредненных по фонемам или группам фонем оценок из разных сеансов. Этот стимул формируется после проведения сеанса записи слогов и отражает динамику изменения усредненных оценок. В зависимости от особенностей речи пациента можно проводить усреднение как по отдельным проблемным фонемам, так и по группам проблемных фонем. Результат использования такого вида подкрепления – оценка общего состояния речи пациента и повышение мотивации пациента к дальнейшим тренировкам по восстановлению речи, а также при необходимости возможность корректировать программу тренировок в случае отсутствия положительной динамики по какой-либо фонеме. Само подкрепление представляет собой графическое представление оценок и динамики их изменений – пример на рис. 2.

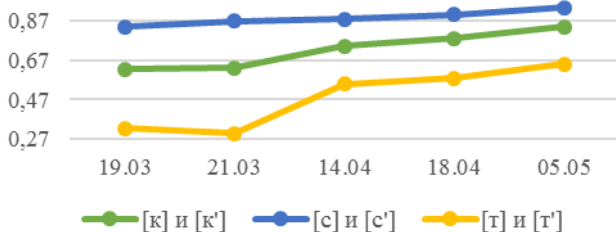


Рис. 2. Долговременное подкрепление – отражение динамики изменения оценок по сеансам

Заключение. Описанный подход с использованием бионического принципа биологической обратной связи позволяет повысить эффективность мероприятий речевой реабилитации за счет активации

дополнительных резервов организма пациента. Описанные формируемые по методике положительные подкрепления направлены на удовлетворение необходимости в оценке, а использование объективных методов оценки качества речи повышает доверие к отображаемым стимулам.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-37-90082.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивановский Ю.В. Принципы использования метода биологической обратной связи в системе медицинской реабилитации / Ю.В. Ивановский, А.А. Сметанкин // Биол. обратная связь. – 2000. – № 3. – С. 2–9.
2. Активность мотивационных систем положительного и отрицательно-го подкрепления и фоновые показатели артериального давления у человека / Л.И. Афтанас, П.В. Сидорова, С.В. Павлов и др. // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2007. – Т. 93, № 12. – С. 1362–1373.
3. Патент № 2760173 С1. Российская Федерация, МПК А61Н 1/00. Способ исправления дефектов произношения заднеязычных звуков, возникших после хирургического лечения у больных раком органов полости рта и ротоглотки: № 2020137816: заявл. 17.11.2020; опубл. 22.11.2021 / Е.А. Красавина, Е.Л. Чойнзонов, Д.Е. Кульбакин, Л.Н. Балацкая.

УДК 004.85

УВЕЛИЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОШЕННИЧЕСКИХ ТРАНЗАКЦИЙ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Е.А. Останин, студент каф. КИБЭВС

*Научный руководитель И.А. Рахманенко, доцент каф. БИС, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, e.ostanin999@gmail.com*

Рассмотрена возможность использования архитектуры одномерной сверточной нейронной сети для задачи определения мошеннических транзакций. Произведено сравнение предложенной архитектуры с базовой – многослойным перцептроном.

Ключевые слова: мошеннические транзакции, нейронные сети, MLP, CNN.

В современном мире проблема осуществления мошеннических транзакций приобретает серьезные масштабы. Этому способствует возросшее число онлайн-магазинов и различных сервисов, предоставляющих возможность совершения онлайн-платежей. По данным Центрального банка наблюдается рост числа мошеннических транзакций, объем которых за 2-й квартал 2021 г. превысил 3 млрд рублей [1]. В

связи с этим возникла необходимость найти решение, чтобы обезопасить компании, банки, клиентов от все увеличивающегося потока мошеннических транзакций. Системы фрод-мониторинга призваны обнаруживать подозрительные транзакции и принимать решение о дальнейших действиях в зависимости от степени риска транзакции. Ядром системы фрод-мониторинга являются различные методы по обнаружению мошеннических транзакций, в том числе основанные на алгоритмах машинного обучения.

В большинстве работ, посвященных сравнению алгоритмов машинного обучения для задач определения мошеннических транзакций, модели нейронных сетей демонстрируют высокую скорость работы и приемлемые значения метрики точности по сравнению с другими алгоритмами. Однако в рассмотренных работах использовались в основном базовые модели нейронной сети (многослойные перцептроны), авторами не рассматривалось сравнение различных структур нейронных сетей. В рамках данной работы проведен ряд экспериментов, направленных на подбор структур и параметров нейронной сети для увеличения точности определения мошеннических транзакций.

Датасет, используемый в данной работе, предоставлен компанией Vesta в рамках соревнования по машинному обучению «IEEE-CIS Fraud Detection» [2]. Некоторые данные в датасете обезличены и замаскированы, так как существует множество клиентских данных, которые в соответствии с требованиями банков и законами о персональных данных вообще нельзя использовать вне организации, собравшей их. Целью обезличивания является подготовка данных, максимально похожих на реальные.

Практическая часть. Было построено по 3 модели нейронной сети для каждой из архитектур: MLP, CNN. Три перцептрона с разным количеством скрытых слоев: первая модель – 1 скрытый слой, вторая – 2, третья – 3. Три модели нейронной сети со сверточным слоем с разным количеством сверточных слоев: четвертая модель – 1 сверточный слой, пятая – 2, шестая – 3. Структура моделей со сверточными слоями представляет собой: входной сверточный слой, слой батч-нормализации, слой дропаута, flatten слой, идущий после сверточных слоев, полносвязный слой, затем опять слой батч-нормализации и слой дропаута, выходной полносвязный слой для классификации. Для сравнительных экспериментов в данной работе рассчитывались точность (precision), полнота (recall) и f-мера для каждого класса по отдельности, затем считались средневзвешенные метрики модели [3]. Так как данные в используемом датасете не сбалансированы, соотношение легальных транзакций к мошенническим: 569877/20663, основ-

ной метрикой сравнения моделей в экспериментах являлась f-мера для класса мошеннических транзакций. Обучение моделей проводилось при помощи метода перекрестной проверки.

Результаты работы. Были выбраны по одной модели для каждой архитектуры, выполнены эксперименты по подбору лучших параметров для увеличения точности определения мошеннических транзакций. Результаты работы приведены в таблице и на рис. 1.

Сравнение моделей

№ модели	Класс	precision	recall	f1-score	support	0	1
1 (ул.)	0	0,976	0,998	0,9868	569877	568507	1370
	1	0,832	0,329	0,4719	20663	13858	6805
	Ср. взв.	0,971	0,974	0,9688	590540		
2	0	0,975	0,998	0,986	569877	568695	1182
	1	0,837	0,295	0,436	20663	14573	6090
	Ср. взв.	0,970	0,973	0,967	590540		
3	0	0,974	0,998	0,986	569877	568549	1328
	1	0,802	0,260	0,393	20663	15283	5380
	Ср. взв.	0,968	0,972	0,965	590540		
4	0	0,979	0,998	0,988	569877	568732	1145
	1	0,880	0,407	0,557	20663	12255	8408
	Ср. взв.	0,975	0,977	0,973	590540		
5	0	0,982	0,998	0,990	569877	568616	1261
	1	0,888	0,485	0,627	20663	10649	10014
	Ср. взв.	0,978	0,980	0,977	590540		
6	0	0,981	0,998	0,989	569877	568678	1199
	1	0,890	0,471	0,616	20663	10939	9724
	Ср. взв.	0,978	0,979	0,976	590540		

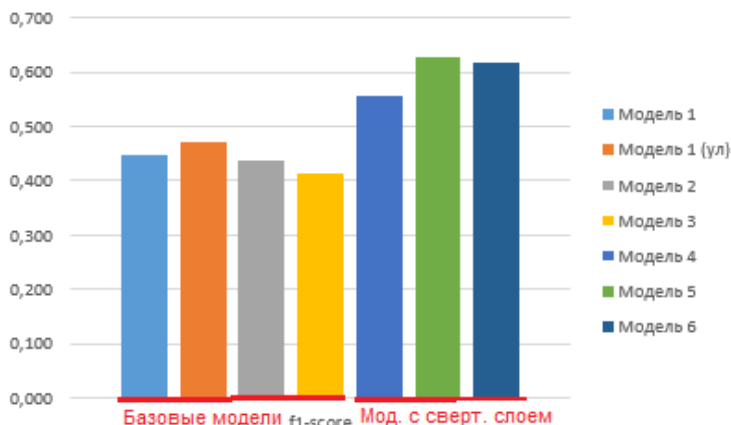


Рис. 1. Сравнение f-меры для класса мошеннических транзакций моделей

Анализ полученных результатов. Лучшими параметрами для базовой модели нейронной сети (персептрона) для задачи определения мошеннических транзакций являются: 1 скрытый слой, количество нейронов в скрытом слое – 96, функция активации нейронов – *relu*, функция потерь – *logcosh*, оптимизатор – *Adamax*. Лучшими параметрами для нейронной сети с сверточными слоями являются: 2 сверточных слоя, функция активации нейронов – *relu*, функция потерь – *binary_crossentropy*, оптимизатор – *Adam*, число фильтров – 96, величина ядра свертки – 2. Использование нейронной сети со сверточными слоями помогло повысить *f*-меру определения мошеннических транзакций на 24,8% с 0,4719 до 0,6271 по сравнению с лучшей базовой моделью.

Заключение. В работе была проанализирована эффективность применения сверточных слоев к задаче выявления мошеннических транзакций. Было выполнено сравнение базовых моделей нейронной сети с моделями со сверточными слоями. По полученным результатам можно сделать вывод о том, что применение сверточных слоев помогает заметно увеличить *f*-меру определения мошеннических транзакций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор отчетности об инцидентах ИБ при переводе денежных средств [Электронный ресурс]. – URL: https://www.cbr.ru/analytics/ib/review_2q_2021/ (дата обращения: 30.09.2021).
2. Соревнование по обнаружению мошеннических транзакций [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaggle.com/c/ieee-fraud-detection/overview> (дата обращения: 05.10.2021).
3. Метрики в задачах машинного обучения [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/328372/> (дата обращения: 15.10.2021).

УДК 51-77

АЛГОРИТМ САРАНЧИ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ ПРАВИЛ НЕЧЁТКОГО КЛАССИФИКАТОРА

Р.О. Остапенко, студент каф. КИБЭВС

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, ro99man2@mail.ru*

Рассматриваются гибридные алгоритмы, основанные на метаэвристическом алгоритме саранчи и алгоритме кластеризации *K*-средние. Описан эксперимент по формированию базы нечётких правил. Гибридный алгоритм саранчи показал свою пригодность для решения задачи формирования правил.

Ключевые слова: алгоритм саранчи, метаэвристика, формирование базы правил, *K*-средние.

Основной компонент модели нечёткого классификатора – это база нечётких правил. При формировании базы правил на основе таблицы наблюдений необходимо все данные из таблицы наблюдений кластеризировать. Один из таких методов – К-средние.

Повысить эффективность алгоритма К-средние можно путём гибридизации с метаэвристическими алгоритмами, которые приспособлены для решения задач оптимизации [1]. Среди способов, описанных в [2], выбран способ гибридизации, при котором размер популяции равен количеству кластеров. В данной работе в качестве повышающего эффективность алгоритма К-средние рассматривается метаэвристический алгоритм саранчи [3].

Гибридные алгоритмы. Первый гибрид: первоначальные координаты кластеров рассчитываются с помощью алгоритма К-средние. Происходит итерационный процесс: выполняется одна итерация алгоритма саранчи, далее выполняется одна итерация алгоритма К-средние.

Второй гибрид: первоначальные координаты кластеров рассчитываются с помощью алгоритма К-средние. Происходит итерационный процесс алгоритма саранчи. После окончания итерационного процесса выполняется одна итерация алгоритма К-средние.

В качестве фитнес-функции, с которой происходит работа алгоритма саранчи, выбрана суммарная дисперсия (F_1), такая же функция используется в алгоритме К-средние.

$$F_1 = \sum_{k=1}^K \sum_{x_i \in C_k} \|x_i - C_k\|^2 \rightarrow \min, i = \overline{1, N}, k = \overline{1, K},$$

где $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{id})$ – i -й экземпляр таблицы наблюдений, представленный точкой в d -размерном пространстве признаков; C_k – координаты центра k -го кластера; N – количество экземпляров в наборе данных; K – количество кластеров.

Эксперимент. Сформирована база правил для работы нечёткого классификатора с помощью первого гибридного алгоритма, второго гибридного алгоритма и алгоритма экстремума класса. В качестве функции принадлежности использовалась треугольная функция. На полученных правилах произведена классификация данных, получена ошибка классификации для каждого набора данных. Для всех экспериментов количество итераций 300, размер популяции – 40. Эксперименты были проведены по схеме 10-кратной кросс-валидации, количество повторений экспериментов – 10. В таблице приведены средние доли ошибок классификации при генерации правил, где Об – на обучающей выборке, Т – на тестовой выборке, № н.д. – номер набора

данных из таблицы, Г1 – результаты, полученные при использовании первого гибрида, Г2 – второго, Экст – с помощью алгоритма экстремума класса, КпГ1 – количество правил, сгенерированных первым гибридным алгоритмом, КпГ2 – вторым гибридным алгоритмом.

Результаты эксперимента

№ н.д.	Об Экст	Об Г1	Об Г2	Т Экст	Т Г1	Т Г2	Экст	КпГ1	КпГ2
iris	5,56	5,56	7,33	5,33	2	4,67	3	11	11
newthyroid	4,19	8,47	8,52	4,59	6,02	7,88	3	10	16
magic	43,05	20,77	20,85	43,12	20,76	20,72	2	45	59
page-blocks	49,6	7,47	7,11	48,83	7,89	7,11	5	42	79
wine	11,74	8,3	4,99	12,45	6,21	10,13	3	18	58
cleveland	55,33	46,2	38,91	57,17	43,76	43,34	5	6	60
heart	32,67	24,36	19,92	32,96	23,7	21,11	2	19	58
hepatitis	72,99	15,11	6,36	71,1	11,09	12,24	2	15	42
bands	47,16	35,98	35,33	47,87	34,98	39,48	2	10	9
ring	50,45	31,43	29,9	50,47	31,23	30,43	2	12	15
thyroid	92,95	7,26	7,29	92,89	7,22	7,25	3	28	36
wdbc	7,42	6,37	5,64	8,09	5,63	3,68	2	22	34
ionosphere	20,39	21,21	15,51	20,24	20,24	14,53	2	5	79
dermatology	24,55	18,6	12,85	24,28	17,02	12,04	6	25	53
sonar	42,63	31,31	34,51	42,76	34,57	32,21	2	38	40
optdigits	90	52,48	51,77	89,98	52,31	52,08	10	78	76
movement_ libras	52,38	58,36	58,86	51,94	63,33	65,83	15	20	20
Средние значения	41,36	23,48	19,89	41,42	22,82	21,21	4,06	23,8	39,3

Заключение. Второй гибридный алгоритм саранчи и К-средние дают меньшую среднюю долю ошибок, чем первый гибрид и экстремум класса, но обеспечивается это большим количеством правил.

ЛИТЕРАТУРА

1. Elephant search algorithm applied to data clustering / S. Deb, Z. Tian, S. Fong, R. Wong, R. Millham, K.K.L. Wong // *Soft Computing*. – 2018. – No. 22. – P. 6035–6046.
2. Корышев Н.П. Алгоритм формирования базы правил нечёткого классификатора на основе алгоритма кластеризации К-средних и метаэвристического алгоритма «китов» / Н.П. Корышев, И.А. Ходашинский // *Доклады ТУСУР*. – 2021. – Т. 24, № 1. – С. 42–47.
3. Saremi S. Grasshopper Optimisation Algorithm: Theory and application // S. Saremi et al., S. Mirjalilia, A. Lewis // *Advances in Engineering Software*. – 2017. – Vol. 105. – P. 30–47.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПОДДЕРЖАНИЯ
ПОПУЛЯЦИОННОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ
ПАРАМЕТРОВ НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА
АЛГОРИТМОМ СТАИ ЛАСТОЧЕК**

А.О. Слезкин, аспирант каф. КИБЭВС

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, saotom724@gmail.com*

Эффективность роевого алгоритма зависит от баланса между фазами диверсификации и интенсификации. Недостаточное популяционное разнообразие может приводить к быстрой сходимости и как следствие получению неоптимального решения. В данной статье предлагается алгоритм поддержания популяционного разнообразия для алгоритма стаи ласточек и рассматриваются шесть метрик определения популяционного разнообразия.

Ключевые слова: нечеткий классификатор, машинное обучение, популяционное разнообразие, оптимизация параметров, метаэвристический алгоритм.

Задача алгоритма оптимизации состоит в поиске точки исследуемого пространства, в которой целевая функция принимает максимальное или минимальное значение. Роевой алгоритм оптимизации на начальном этапе создает популяцию из множества потенциальных решений, а затем на каждой итерации изменяет их положение, пытаясь приблизиться к оптимуму. Как правило, роевые алгоритмы чередуют или выполняют одновременно глобальный поиск (диверсификация) и локальный поиск (интенсификация) лучших решений. Для определения того, в какой фазе находится алгоритм в конкретный момент времени, используются меры определения популяционного разнообразия. Чаще всего разнообразие определяют как расстояние между решениями в пространстве или как различие между значениями целевых функций у решений.

Целью данной работы является оценка эффективности использования алгоритма поддержания популяционного разнообразия для алгоритма стаи ласточек при оптимизации параметров нечеткого классификатора.

Нечеткий классификатор. Как следует из [1], правила нечеткого классификатора имеют следующий вид:

$$\text{IF } x_1 = \overline{A_{1j}} \text{ AND } x_2 = A_{2j} \text{ AND } \dots \text{ AND } x_n = A_{nj} \text{ THEN } class = c_j,$$

где $j = \overline{1..m}$, m – количество правил, A_{ij} – терм j -го правила i -й переменной, c_j – идентификатор j -го уровня.

А сам нечеткий классификатор тогда может быть представлен как:

$$C = f(\mathbf{x}, \boldsymbol{\theta}),$$

где \mathbf{x} – входной вектор, $\boldsymbol{\theta}$ – вектор параметров антецедентов.

Тогда задачей оптимизации будет являться нахождение такого вектора параметров $\boldsymbol{\theta}$, при котором качество классификации всех входных векторов данных будет максимальным.

Алгоритм стаи ласточек. Алгоритм стаи ласточек основан на поведении стаи ласточек при длительных перелетах и поиске пищи в естественной среде обитания [2, 3]. Вся популяция в алгоритме разделена на три вида частиц: лидеры, исследователи и бесцельные. Роль частицы выбирается в зависимости от её положения в исследуемом пространстве. Частицы-лидеры во время итерации не изменяют своего положения, частицы-исследователи производят локальный поиск между ближайшим локальным лидером и глобальным лидером, а бесцельные частицы отвечают за глобальный поиск во всем исследуемом пространстве.

Метрики определения популяционного разнообразия. В работе были использованы следующие метрики [4–6]:

$$\text{Div} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sqrt{\sum_{j=1}^D (x_{ij}(t) - \bar{x}_j(t))^2}, \quad (1)$$

$$\text{Div} = \frac{1}{N \cdot D} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^D |x_{ij}(t) - \bar{x}_j(t)|, \quad (2)$$

$$\text{Div} = 1 - \frac{|f_{\text{avg}}(t) - f_{\text{best}}(t)|}{|f_{\text{worst}}(t) - f_{\text{best}}(t)|}, \quad (3)$$

$$\text{Div} = \min \left\{ \left| \frac{f_{\text{best}}(t) - f_{\text{avg}}(t)}{f_{\text{best}}(t)} \right|, 1 \right\}, \quad (4)$$

$$\text{Div} = \min \left\{ \left| \frac{\sigma_f(t)}{f_{\text{avg}}(t)} \right|, 1 \right\}, \quad (5)$$

$$\text{Div} = \frac{\sigma_f(t)}{|f_{\text{worst}}(t) - f_{\text{best}}(t)|}, \quad (6)$$

где N – количество частиц в популяции; D – количество измерений в исследуемом пространстве; x_{ij} – координата i -й частицы в j -м измерении; \bar{x}_j – средняя координата всех частиц в j -м измерении;

f_{avg} – среднее значение целевой функции всех частиц; f_{best} – лучшее значение целевой функции; f_{worst} – худшее значение целевой функции; σ_f – стандартное отклонение всех значений целевой функций; t – номер итерации.

Алгоритм поддержания популяционного разнообразия для алгоритма стаи ласточек. Введем следующие обозначения: N_e – количество частиц-исследователей, N_a – количество бесцельных частиц. Поддержание популяционного разнообразия алгоритма стаи ласточек на каждой итерации происходило по следующему алгоритму:

1. По одной из приведенных выше метрик определить степень диверсификации популяции Div .

2. Определить максимальную степень диверсификации за всё время оптимизации Div_{max} .

3. Рассчитать индекс диверсификации популяции по формуле

$$\text{Div Index} = \frac{\text{Div}}{\text{Div}_{\text{max}}}.$$

4.1. Если $\text{Div Index} > 0,5$ и $N_a > 2$, то увеличить N_e и уменьшить N_a на 1.

4.2. Если $\text{Div Index} < 0,5$ и $N_a < \frac{N}{2}$, увеличить N_a и уменьшить N_e на 1.

Постановка эксперимента. Эксперимент проводился по схеме десятикратной кроссвалидации. Основная цель эксперимента – оценить эффективность использования алгоритма поддержания популяционного разнообразия для алгоритма стаи ласточек. Критерием эффективности является ошибка классификации на тестовой выборке данных. В качестве данных для исследования были использованы наборы данных из репозитория KEEL.

Сначала были получены результаты алгоритма стаи ласточек без использования алгоритма поддержания популяционного разнообразия. После этого были получены результаты алгоритма стаи ласточек с использованием алгоритма поддержания популяционного разнообразия с каждой из шести приведенных выше метрик определения популяционного разнообразия. Результаты экспериментов опубликованы в [7].

Для статистической оценки результатов использовался критерий Уилкоксона. Результаты, полученные при использовании алгоритма поддержания популяционного разнообразия, попарно сравнивались с

результатами, полученными без его использования. В таблице приведены полученные значения критерия.

Оценка результатов критерием Уилкоксона

Метрика	1	2	3	4	5	6
p-value	0,040	0,430	0,063	0,003	0,424	0,073

Заключение. Как видно из результатов эксперимента, использование алгоритма поддержания популяционного разнообразия с метриками (1) и (4) позволяет достичь статистически значимого улучшения качества классификации при уровне значимости 0,05. В дальнейшей работе планируется расширить набор метрик определения популяционного разнообразия и адаптировать алгоритм поддержания популяционного разнообразия к другим роевым алгоритмам.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 22-21-00021).

ЛИТЕРАТУРА

1. Bardamova M. A fuzzy classifier with feature selection based on the gravitational search algorithm / M. Bardamova, A. Konev, I. Hodashinsky, A. Shelupanov // *Symmetry*. – 2018. – Vol. 10. – P. 609.
2. Neshat M. Swallow swarm optimization algorithm: a new method to optimization / M. Neshat, G. Sepidnam, M. Sargolzaei // *Neural Computing and Application*. – 2013. – Vol. 23, No. 2. – P. 429–454.
3. Hodashinsky I. Feature selection based on swallow swarm optimization for fuzzy classification / I. Hodashinsky, K. Sarin, A. Shelupanov, A. Slezkin // *Symmetry*. – 2019. – Vol. 11, No. 11. – P. 1423.
4. Grobler J. A Scalability Analysis of Particle Swarm Optimization Roaming Behaviour / J. Grobler, A.P. Engelbrecht // *Springer*. – 2017. – Vol. 10385. – P. 119–130.
5. Cheng S. Experimental Study on Boundary Constraints Handling in Particle Swarm Optimization: From Population Diversity Perspective / S. Cheng, Y. Shi, Q. Qin // *Recent algorithms and application in swarm intelligence research*. – 2013. – P. 96–124.
6. Neri F. Diversity Management in Memetic Algorithms // *Handbook of Memetic Algorithms*. – 2012. – Vol. 379. – P. 153–165.
7. Слезкин А. Использование алгоритма поддержания популяционного разнообразия при оптимизации параметров нечеткого классификатора алгоритмом стаи ласточек // *Mendeley Data*. – 2022. – Т. 1. – DOI: 10.17632/xrmjy4t59f.1.

**ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА ФУНКЦИИ ПОТЕРЬ НА ТОЧНОСТЬ
ПРИ ОБУЧЕНИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ДАННЫХ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ СУБЪЕКТА**

М.О. Светлаков, аспирант каф. КИБЭВС

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, svetlakov,m4@gmail.com*

Перспективным подходом для преодоления различных недостатков парольных систем является использование биометрической аутентификации, в частности, использование данных электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и не зависящего от субъекта метода обучения (обучения представлений) для биометрии на основе ЭЭГ с использованием спектрограмм Гильберта. Исследовалось влияние выбора функции потерь на итоговую точность указанного подхода, лучшую точность показала функция NCA Loss. Архитектура была протестирована на общедоступном наборе данных PhysioNet EEG Motor Movement/Imagery Dataset (PEEGMIMDB) с достижением 11,7% Equal Error Rate (EER).

Ключевые слова: ЭЭГ, биометрия, обучение представлений, спектрограммы, преобразование Гильберта–Хуанга, PhysioNet.

Данные и их обработка. Был использован набор данных Physionet EEG Motor Movement/Imagery Dataset, содержащий 1-минутные и 2-минутные записи 109 человек из [1]. Испытуемые выполняли различные задания (4 задания, 2-минутные записи), а также записывались в состоянии покоя с открытыми/закрытыми глазами (1-минутные записи). В данной работе использовали только 8 каналов (O1, O2, P3, P4, C3, C4, F3, F4) для снижения сложности вычислений, а также использовали только данные о состоянии «глаза открыты» и «глаза закрыты» с длительностью эпох 5 с. Некоторые данные были отбракованы из-за низкого качества, в результате чего размер набора данных уменьшился до 2 611 образцов. Каждый образец представляет собой временную серию из 801 точки, поэтому можно представить набор данных в виде тензора размерностью [2 611 образцов, 801 точка, 8 каналов].

Для получения спектрограмм (размерностью [60 диапазонов частот в интервале 0,1–60 Гц, 801 points]) было использовано преобразование Гильберта–Хуанга [2]. В данной работе спектрограммы интерпретируются как набор временных рядов для различных частотных диапазонов, а также применяется минимаксная нормализация к каждой временной серии. Полученный набор данных имеет следующий

вид: [2 611 образцов, 480 временных серий (60 временных серий x 8 каналов), 801 точка].

Нейронная сеть. Для обучения сети используется фреймворк Pytorch Metric Learning [3] и реализованные в нем функции потерь, такие как: Triplet Loss, Angular Loss, Centroid Triplet Loss, Circle Loss, Contrastive Loss, SNR Contrastive Loss, CosFace Loss, NCA Loss, NTX-tent Loss или Multi-Similarity Loss. В табл. 1 приведена используемая архитектура, в табл. 2 – точность, полученная с помощью различных лосс-функций. Для проверки производительности архитектуры была использована методика валидации Leave-K-Groups-Out ($k = 5$). Одна и та же группа не появится в двух тестовых разбиениях различных итераций указанной методики.

Таблица 1

Архитектура сети (f – количество фильтров, dr – параметр регуляризации, d – параметр операции Dilation, k – размер ядра, n – количество нейронов и p – тип операции padding)

Порядковый номер слоя	Слой	Порядковый номер слоя	Слой
1	Dropout(dr=0.7)	15	Conv1d(f=512,k=5,d=32)
2	Conv1d(f=512,k=5,d=1, p="same")	16	BatchNorm1d
3	BatchNorm1d	17	PReLU
4	PReLU	18	Conv1d(f=512,k=5,d=72)
5	Conv1d(f=512,k=5,d=2)	19	BatchNorm1d
6	BatchNorm1d	20	PReLU
7	PReLU	21	Conv1d(f=512,k=5,d=74)
8	Conv1d(f=512,k=5,d=4)	22	BatchNorm1d
9	BatchNorm1d	23	PReLU
10	PReLU	24	Flatten
11	Conv1d(f=512,k=5,d=16)	25	Dropout(dr=0.7)
12	BatchNorm1d	26	FullyConnected(n=256)
13	PReLU	27	PReLU
14	Dropout(dr=0.7)	28	FullyConnected(n=128)

Таблица 2

Итоговая точность при использовании различных функций потерь

Функция потерь	Multi Similarity Loss	Angular Loss	Triplet Loss	Centroid Triplet Loss	NTXtent Loss
EER	14,6%	36,6%	17,5%	15,9%	12,6%
Функция потерь	Circle Loss	Contrast Loss	SNR Contrast Loss	CosFace Loss	NCA Loss
EER	15,0%	18,3%	17,9%	13,5%	11,7%

Данные 22 (21 в последнем разбиении) субъектов появляются только в тестовом разбиении в каждой итерации кроссвалидации. В качестве оценки точности сети используется метрика Equal Error Rate [4]. EER – это место на кривой DET (Detection Error Tradeoff), где ошибка первого и ошибка второго рода равны. В общем случае чем ниже значение EER, тем выше точность системы биометрии.

Заключение. В данной работе исследовалось влияние выбора функции потерь на итоговую точность указанного подхода, лучшую точность показала функция NCA Loss. Архитектура была протестирована на общедоступном наборе данных PhysioNet EEG Motor Movement/Imagery Dataset (PEEGMIMDB) с достижением значения 11.7% метрики Equal Error Rate (EER), используемой в качестве оценки точности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schalk G. et al. BCI2000: A General-Purpose Brain-Computer Interface (BCI) System // IEEE Trans. Biomed. Eng. – 2004. – Vol. 51, No. 6. – P. 1034–1043.
2. Huang N.E., Wu Z. A review on Hilbert-Huang transform: Method and its applications to geophysical studies // Rev. Geophys. – 2008. – Vol. 46, No. 2.
3. Maiorana E., Campisi P. Longitudinal Evaluation of EEG-Based Biometric Recognition // IEEE Trans. Inform. Forensic Secur. – 2018. – Vol. 13, No. 5. – P. 1123–1138.
4. Musgrave K., Belongie S., Lim S.-N. PyTorch Metric Learning. – 2020.

ПОДСЕКЦИЯ 3.6

МОЛОДЕЖНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ

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

УДК 005:001.89

ИНТЕГРАЦИЯ С ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ФАКУЛЬТЕТА

Н.Н. Арцемович, магистрант каф. УИ

Научный руководитель Г.Н. Нариманова, зав. каф. УИ, к.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, arna73@yandex.ru

Одним из факторов повышения конкурентоспособности факультета как структурного элемента университета, является его интеграция с промышленными партнерами. Приведен пример эффективного взаимодействия химического факультета НИ ТГУ с промышленным партнером ООО «ИХТЦ».

Ключевые слова: интеграция, промышленный партнер, конкурентоспособность, целевой капитал.

В настоящее время вследствие быстро меняющихся экономических условий происходят кардинальные преобразования во всех сферах человеческой деятельности, в частности, в сфере высшего образования. Нарастающая конкуренция на образовательном пространстве, повышение требований работодателя к качеству профессионального образования порождают необходимость поиска новых источников повышения конкурентоспособности как вуза, так и его научно-образовательных структурных элементов.

Одним из ключевых участников научно-образовательного центра (НОЦ) Томской области, функционирование которого реализуется в рамках национального проекта «Наука» [1], является Национальный исследовательский Томский государственный университет (НИ ТГУ), в структуру которого входит один из старейших факультетов университета – химический факультет. Гармоничное сочетание традиционных методов обучения и передовых инновационных образовательных

технологий, новейшие прикладные научные разработки факультета позволяют сохранять традиции классического образования и в то же время обеспечивают подготовку современных академических и инженерных кадров, конкурентоспособных на отечественном и зарубежном рынке труда.

Сегодня факультет переживает глобальную трансформацию к модели технологической корпорации, которая активизирует процессы коллаборации с наукой и промышленностью региона и страны, что логично соответствует требованиям времени по изменению системы финансирования вузов.

Новая команда химического факультета ТГУ под руководством исполняющего обязанности декана, директора Инжинирингового химико-технологического центра (ИХТЦ) А.С. Князева поставила перед собой задачу формирования стратегии факультета, направленную на повышение его конкурентоспособности. Для достижения этой цели проектная группа принимает участие в пилотной программе повышения квалификации НИ ТГУ «Командное проектирование факультетских стратегий (Лига деканов)». Программа включает пять модулей, консультации внутренних и внешних экспертов, групповую работу. Программа направлена на профессионализацию и вовлеченность сотрудников в процессы управления факультетом, формирование стратегии факультета в согласованности с политиками университета, формирование более устойчивых моделей управления факультетом.

По итогам работы первого модуля Лиги деканов были проанализированы и выявлены проблемы, связанные с научно-образовательной и инновационной деятельностью, привлечением промышленных партнеров, развитием инфраструктуры. Среди основных проблемных факторов необходимо отметить, что программы не адаптированы под потребности рынка, мало практических курсов, не учитываются новые форматы, старое учебное оборудование, мало научных групп, более 30% выпускников не работают по специальности.

К успешному опыту можно отнести взаимодействие химического факультета с Инжиниринговым химико-технологическим центром, созданным в 2014 г. в рамках конкурса Минобрнауки России по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе вузов [2].

Деятельность ИХТЦ направлена на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, технологический аудит предприятия, моделирование технических процессов и аппаратов, разработку катализаторов и сорбентов, организацию опытного производства химических соединений. За 2021 г. ИХТЦ успешно выполнил 59 проектов на сумму более 250 млн рублей, партнерами которых вы-

ступали ПАО «Газпромнефть», Росхимзащита, Роскосмос, ПАО «Сибур Холдинг», ГК «Титан», Фонд содействия инновациям, фармацевтики и др.

Активно развивается инфраструктура, кроме трех опытных площадок, на территории промышленного парка ИХТЦ совместно с ООО «Новохим» создают производство реагентов, дезинфицирующих средств, продуктов органического синтеза для различных отраслей промышленности.

Важно отметить, что научно-исследовательское сопровождение проектов ведется на базе научных лабораторий химического факультета НИ ТГУ (органического синтеза, каталитических исследований, физико-химических методов анализа). Совместными усилиями были созданы опытно-промышленная установка по производству гуминовых удобрений (Холдинг ERG, Казахстан), установки по получению метилэтилкетона, каталитической гидропереработке тяжелого сырья (гудрон, мазут) для ПАО «Газпромнефть») и др.

Также ИХТЦ стал основным меценатом созданного Целевого капитала «Химия будущего». Программы целевого капитала будут направлены на развитие химического образования ТГУ: будут учреждены стипендии лучшим студентам, учебным группам, молодым ученым, планируется обновление оборудования химических лабораторий, развитие инфраструктуры факультета.

Таким образом, практика интеграции факультета с производством способствует концентрации на решение крупных промышленных задач, задавая вектор развития и динамику современному высокотехнологичному производству. Интеграция кадрового, научно-исследовательского потенциала факультета и практический опыт промышленных партнеров обеспечивают синергию в повышении конкурентоспособности факультета в России и за рубежом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арцемович Н.Н., Нариманова Г.Н. Современное состояние и перспективы инновационного развития Томской области // Инновации. – 2019. – № 12 (254). – С. 2–6.

2. Сайт ИХТЦ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ect-center.com/o-nas> (дата обращения: 08.03.2022).

**ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО,
МАЛОРАКУРСНОГО, ТЕНЕВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ
КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Чень Жуйфэн, аспирант ИШНКБ НИ ТПУ;

А.И. Солдатов, проф. ИШНКБ ТПУ, каф. УИ ТУСУР, д.т.н.;

М.А. Костина, доцент ИШНКБ ТПУ, каф. УИ ТУСУР, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, ИШНКБ НИ ТПУ, zhuyfen1@tpu.ru

Изучены проблемы неразрушающего контроля композитных материалов (КМ) методами низкочастотного ультразвукового контроля. По сравнению с традиционным ультразвуковым контролем в данном исследовании многоэлементные ультразвуковые решетки были использованы для повышения точности контроля. Предложен алгоритм моделирования для проверки осуществимости решения.

Ключевые слова: ультразвуковой контроль, антенная решетка, теневой метод, композитный материал (КМ), малоракурсная томография, диаграмма направленности, чувствительность, разрешающая способность.

Современные композитные материалы представляют собой многокомпонентную структуру, физические и химические свойства которой существенно различаются от физических и химических свойств отдельных компонентов. По прочности, сопротивлению тепловому воздействию и особенно по надежности композиционные материалы превосходят любой из своих компонентов в отдельности. Обладая высокой устойчивостью к коррозии, слабой восприимчивостью к ударным нагрузкам и высоким качеством поверхности, композитные материалы нашли широкое применение в различных сферах человеческой деятельности, в том числе в промышленности, научных исследованиях и быту.

Однако в процессе производства и использования композитных материалов могут появиться различные дефекты, влияющие на качество продукции. Такие дефекты, как расслоение, трещина и отклонение от нормы состава материала по объему детали и т.д., могут привести к преждевременному отказу отдельных конструктивных элементов и всего изделия в целом. Следовательно, необходимо использовать методы для выявления возможных дефектов в композиционных материалах. Среди всего многообразия неразрушающих методов контроля наиболее подходящим следует считать трансмиссионный ультразвуковой метод, в основе которого лежит использование многоэлементных антенных решеток, что позволяет прозвучивать объект контроля с нескольких ракурсов.

Моделирование. При теновом методе контроля получают теновую картину зоны контроля на плоскость приемника, при этом получается одномерное распределение амплитуды сигнала на плоскости приемника. При использовании многоэлементной решетки можно получить двумерную картину зоны контроля за счет прозвучивания зоны контроля с нескольких ракурсов. Амплитуда сигнала в произвольной точке зоны контроля будет определяться из выражения

$$U_i = \sum_{i,j} \frac{U_j}{L_{i,j}} e^{-\alpha L_{i,j}},$$

где U_j – амплитуда зондирующего сигнала j -го излучателя; L – расстояние от j -го излучателя до исследуемой точки; i – номер элемента приемной антенной решетки, j – номер элемента излучающей антенной решетки, α – коэффициент затухания.

Акустический тракт такой системы контроля показан на рис. 1, а.

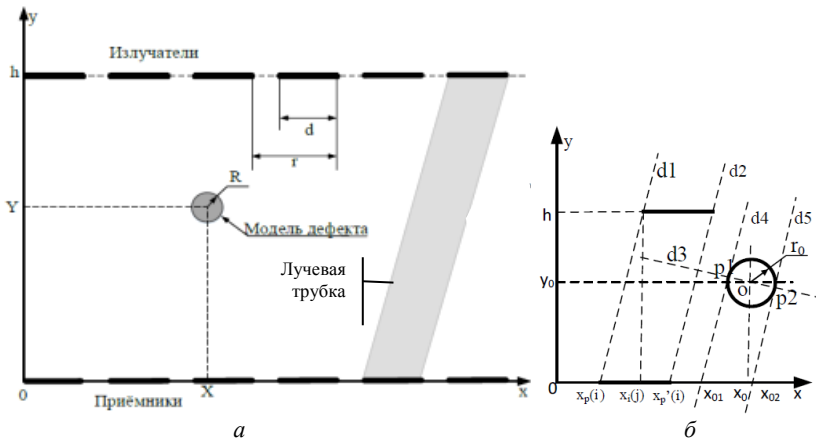


Рис. 1. Схематическое изображение акустического тракта трансмиссионного метода контроля с использованием многоэлементных антенных решеток – а: d – размер пьезоэлементов, r – расстояние между пьезоэлементами, h – расстояние между решетками; акустический тракт с одним дефектом круглой формы – б

В зоне контроля может находиться от одного до нескольких дефектов. Зона контроля с одним дефектом в виде диска показан на рис. 1, б, а с двумя дефектами – на рис. 2, а. Моделирование проводилось в программном пакете Mathcad. При моделировании были заданы следующие параметры: координаты первого дефекта: $R_{x1} = 100, R_{y1} = 250$, координаты второго дефекта: $R_{x2} = 70, R_{y2} = 200$, размер дефектов $r = 5$. Результат моделирования приведен на рис. 2, б.

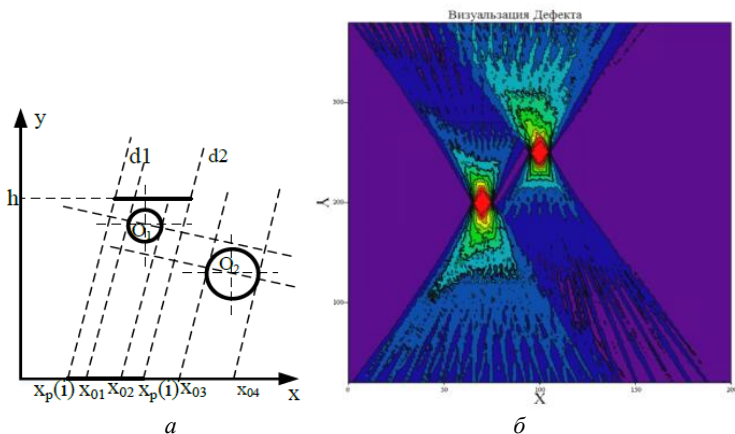


Рис. 2. Зона контроля с двумя дефектами круглой формы – *а*;
результат визуализации второго дефекта – *б*

Видно из схемы, что размер и расположение дефекта практически соответствуют реальному дефекту.

Заключение. В процессе работы были изучены основные характеристики композиционных материалов и средства контроля дефектов в этих материалах. Исходя из этого, был исследован акустический тракт теневого метода с использованием многоэлементных линейных антенных решеток. При этом была проведена реконструкция зоны контроля с двумя дефектами. Результаты моделирования показали перспективность предложенного подхода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чан Цзянлэй. Разрешающая способность теневого метода контроля композитов при использовании линейных решеток / Чан Цзянлэй, А.И. Солдатов // Измерения, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях (ИАМП–2018). – 2018. – С. 87–89.
2. Воробей В.В. Контроль качества изготовления и технология ремонта композитных конструкций / В.В. Воробей, В.Б. Маркин. – Новосибирск: Наука, 2006. – С. 94–104.
3. Болотина И.О., Макаров В.С., Цехановский С.А. Моделирование процесса сканирования и визуализации акустического поля // Современные техника и технологии, СТТ–2002 // Труды VII Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, молодых ученых. – Томск, 2002. – Т. 1. – С. 226–228.
4. Лукьянов В.А., Петрусенко Е.В. Ультразвуковая толщинометрия и дефектоскопия. – М.: РГУ нефти и газа, 2002.

ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ С МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ НА ПЛИС

Е.М. Шульгин, АО «НПЦ «Полюс»;

И.О. Максиль, студент ОЭИ НИ ТПУ

*Научный руководитель А.И. Солдатов, проф. ОЭИ НИ ТПУ
г. Томск, АО «НПЦ «Полюс», ТУСУР, sembox@mail.ru*

Рассмотрен метод сокращения вычислительных ресурсов для построения изображения объекта контроля при сканировании многоэлементным акустическим датчиком.

Ключевые слова: ультразвук, контроль, матрица, ПЛИС.

Ультразвуковые методы неразрушающего контроля широко распространены благодаря своим достоинствам: возможности бесконтактной проверки, одностороннего доступа к объекту, отсутствия вредного радиационного фона и др. Применение многоэлементных датчиков позволяет проводить контроль с высокой скоростью, получая трехмерное изображение объекта.

Для поточной обработки данных и построения изображения в режиме реального времени требуются большие вычислительные мощности. Микроконтроллеры работают достаточно быстро, но при этом выполняют только одну операцию в текущий момент времени. Современные системы обработки данных с многоэлементных датчиков работают по двум принципам: накопление данных с последующей обработкой; обработка данных в режиме реального времени и передача на устройство отображения только ее результата [1].

При построении системы обработки данных с многоэлементного датчика производится расчет дистанций от каждого излучателя до каждой точки объекта контроля и до каждого приемника, в результате чего формируется таблица с информацией о дистанциях в зависимости от номера точки, излучающего и принимающего датчика. По сути, это трехмерная матрица, но для физического хранения используется двухмерная, где номера приемника и излучателя кодируются одной переменной [2].

Для формирования томографического изображения объекта контроля необходимо значительное время постобработки, связанное с большим количеством расчетов дистанций приемов и передач пьезоэлектрическими преобразователями через каждую точку фокусировки ультразвукового сигнала. Например, для построения изображения внутренней структуры объекта контроля размером 100×100 точек при

использовании антенной решетки из 16 преобразователей необходимо определить 320 000 дистанций [3].

Упростить алгоритм и как следствие уменьшить количество вычислительных операций позволит построение координатной сетки с симметричным расположением точек. Чтобы получить формулы расчета адресов для матрицы дистанций, рассмотрим механизм ее сокращения от классического трехмерного вида (номер приемника – номер излучателя – номер точки) до предлагаемой формы.

Рассмотрим матрицу дистанций при расположении в линию трех датчиков и 10 расчетных точек (рис. 1).

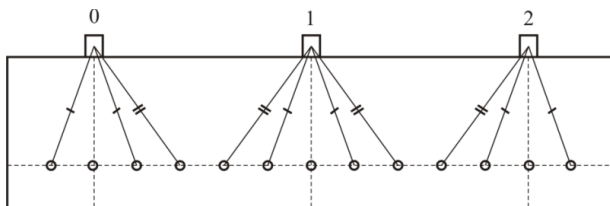


Рис. 1. Симметрия дистанций в объекте контроля

Для начала разложим классическую трехлинейную матрицу на две: первая – от излучающего датчика до расчетной точки и вторая – от расчетной точки до принимающего датчика. Примем за базовые дистанции длины отрезков от первого датчика до каждой расчетной точки (рис. 2).

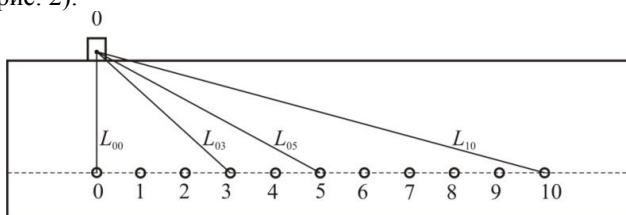


Рис. 2. Сокращенная матрица дистанций

Используя предложенные 10 отрезков и базовые законы геометрии, с помощью принятых обозначений выразим дистанции от каждого датчика до каждой расчетной точки и от каждой расчетной точки до каждого приемника.

Дистанцию от излучающего датчика до расчетной точки получаем по формуле

$$L = |xk - n_p| + hm,$$

а от исследуемой точки до приемника – по формуле

$$L = |yk - n_p| + hm,$$

где x – номер излучающего датчика; y – номер принимающего датчика; k – количество точек между ближайшими датчиками; n_p – номер точки; h – количество точек в столбце; n – количество точек в строке.

Предварительный расчет дистанций позволит сократить требуемое для построения изображения объекта контроля количество вычислений.

Для хранения даже сокращенной матрицы требуется достаточно большой объем памяти, поэтому предлагаемый вариант обработки данных удобно реализовать на ПЛИС, имеющих большой объем встроенной памяти и малое количество программных цифровых вентилей.

Таким образом, для хранения полной матрицы дистанций при расчете изображения размером 128×128 точек и 16 датчиков необходимо 4 194 304 двухбайтных слова, а сокращенной матрицы – 16 384.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асочаков А.С. Аппаратная обработка данных с фазированной решетки / А.С. Асочаков, Ю.В. Шульгина, Е.М. Шульгин // Инженерия для освоения космоса: сб. науч. тр. IV Всерос. молодежного форума с междунар. участием (Томск, 12–14 апреля 2016 г.). – Томск: НИ ТПУ, 2016. – С. 229–232.

2. Особенности ультразвуковой 3D-визуализации в современных средствах контроля / И.О. Болотина, К.Г. Квасников, В.С. Макаров, А.И. Солдатов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 13. – С. 154–157.

3. Буй Д.В. Трехмерная реконструкция объектов контроля методом SAFT во временной области с использованием корреляционной функции / Д.В. Буй, А.И. Солдатов, Д.А. Солдатов, Е.С. Хаскова // Контроль. Диагностика. – 2014. – № 13. – С. 128–132.

УДК 378.4

НАСТАВНИЧЕСТВО НАУЧНОЙ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗА

*О.В. Гальцева, студентка; Г.Н. Нариманова, зав. каф. УИ, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, olga.v.galtseva@tusur.ru*

Показана возможная реализация концепции российской модели «Университет 3.0» при создании качественно новых социальных институтов, которые бы содействовали реализации научно-проектной деятельности талантливой студенческой молодежи за счет внедрения модели наставничества. Приведены алгоритм формирования профессиональных компетенций студентов в процессе про-

ектной деятельности и характерные черты наставника по этой деятельности.

Ключевые слова: «Университет 3.0», научно-исследовательская деятельность, молодежные проекты, наставничество, исследовательская компетенция.

В настоящее время усилия нашего государства направлены на обеспечение прорывного технологического развития страны, что подтверждается введением в действие стратегической программы «Национальная технологическая инициатива» (НТИ) (до 2035 г.) [1], где наряду с различными национальными проектами выделены «Образование» и «Наука».

Также эти процессы нашли отклик в Прогнозе долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [2].

За основу развития этих национальных проектов принята российская модель «Университет НТИ (3.0)» [3]. Ее особенностью является наличие дополнительной (третьей) миссии – коммерциализации знаний и технологий (помимо двух традиционных – образовательной и научно-исследовательской).

В этой связи актуальной задачей является создание качественно новых социальных институтов, которые бы эффективно содействовали реализации этой третьей миссии «Университета 3.0» при работе с молодежью, которая имеет способности реализовать собственные научные разработки, но при этом не имеет соответствующего уровня квалификации или вектора развития своей научной идеи.

На рис. 1 представлен алгоритм формирования профессиональных компетенций студентов в процессе проектной деятельности.



Рис. 1. Алгоритм формирования профессиональных компетенций студентов в процессе проектной деятельности

Для реализации этого алгоритма предлагается использовать модель наставничества, базирующуюся на необходимой мотивации и ориентирах и направленную на максимально полное раскрытие потенциала будущего инноватора, т.е. с применением этой модели и

привлечением квалифицированного наставника будут созданы условия для выявления, поддержки и сопровождения проектной и научно-исследовательской деятельности талантливой молодежи.

Проектная и научно-исследовательская деятельность должны выполнять запросы будущего, следовательно, в рамках данного подхода наставнику необходимо постоянное обучение, повышение квалификации и возможность обмена научным опытом со своими коллегами.

Характерные черты наставника по проектной научной деятельности студентов вуза представлены на рис. 2.

Исходя из вышесказанного, у наставника, работающего с талантливыми студентами, важно наличие одной из основных компетенций педагога – исследовательской.

Под этой компетенцией понимается интегративное качество педагога, проявляющееся в его готовности к организации и сопровождению процесса осуществления научных исследований талантливых детей и молодежи для достижения социально значимых результатов [4].

Важно, чтобы наставники по проектной научной деятельности студентов вуза умели разрабатывать план поиска и привлечения к его выполнению необходимых ресурсов.

Применяя свои организационные навыки, наставник, опираясь на опыт, должен разрабатывать план работы по определенной только для себя последовательности, анализируя имеющиеся ресурсы и возможности для привлечения новых необходимых ресурсов, выбирать подходящие варианты, проводить переговоры с представителями научных организаций и предприятий.

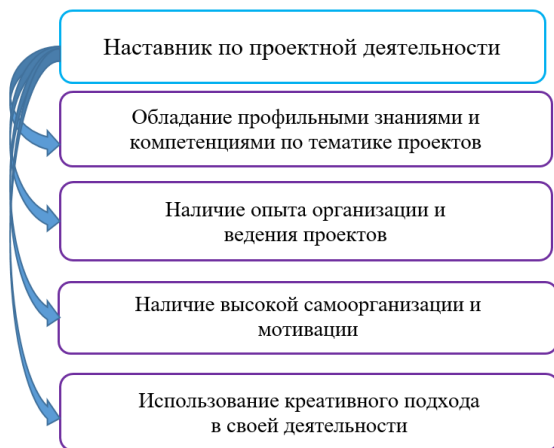


Рис. 2. Характеристики наставника по проектной научной деятельности студентов вуза

Таким образом, задачи наставнической деятельности сводятся к созданию такого пространства для творчества в научно-исследовательской деятельности, которое позволит интегрировать его в образовательную среду, трансформируясь в единое творческое образовательное пространство. Такой подход также должен быть предиктивным, так как цели наставничества пересекаются с целями университета при профессиональной подготовке выпускников с новыми качественными характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ № 317 от 18 апреля 2016 г. О реализации Национальной технологической инициативы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71380666/>, свободный (дата обращения: 12.01.2022).
2. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/41d457592e04b76338b7.pdf>, свободный (дата обращения: 13.01.2022).
3. Нариманова О.В. Концепция «Университет 3.0»: перспективы реализации в России в условиях новой технологической революции // *Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие: сетевой журн.* – 2019. – Т. 7, № 2 (25). – С. 350–363.
4. Лебедева Н.Г. Изучение уровня исследовательской компетентности педагогов, работающих с одаренными детьми // *Ярославский педагогический вестник.* – 2017. – № 6. – С. 171–179.

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 004.4

РЕАЛИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ВЕБ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

*С.А. Селезнев, студент каф. АОИ; Р.Е. Богачев, студент каф. АСУ
Научный руководитель Н.В. Зариковская, доцент каф. АОИ, к.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР*

Описаны реализация логистической системы, отвечающей за управление и организацию грузоперевозок, и стек технологий, используемый на проекте.

Ключевые слова: веб-разработка, веб-системы, логистика, грузоперевозки, логистическая система.

В век информационных технологий большое количество бизнес-процессов реализуется в различных веб-системах. Данные системы позволяют оптимизировать совокупность взаимосвязанных мероприятий, которые направлены на производство продукта или оказание услуги для конечных потребителей.

Реализация данной системы в логистической сфере, в которой бизнес-процесс представляет собой совокупность организационно-управленческих и производственно-технологических процессов по эффективному обеспечению организации движения материальных и иных ресурсов, является особенно актуальной задачей.

Реализованная логистическая система обладает следующим спектром возможностей:

- подбор рейсов для логиста по целому списку параметров;
- взятие рейса в работу логистом;
- отслеживание истории денежных операций рейса;
- отслеживание маршрутов и их историй;
- система технической поддержки для пользователей логистической системы;

- система уведомлений пользователя о статусе рейса и форс-мажорных обстоятельствах;
- отслеживание статистики по рейсам.

Для реализации интерактивности клиентской части веб-приложения были выбраны строго типизированный, высокоуровневый язык программирования Typescript [1] и библиотека пользовательских интерфейсов React [2]. Для стилизации компонентов системы была выбрана библиотека для управления и написания CSS, Styled components.

Для взаимодействия с серверной частью веб-приложения были выбраны библиотека Axios и библиотека для управления запросами React Query.

Взаимодействие библиотеки Axios и сервера продемонстрировано на рис. 1.

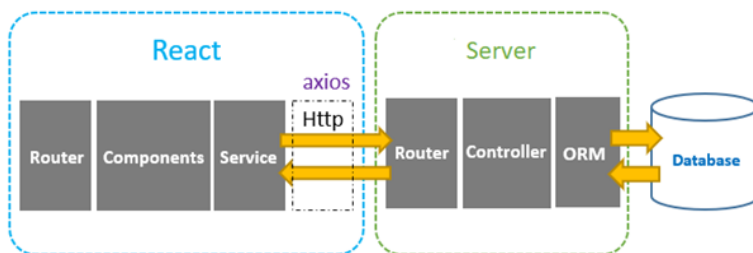


Рис. 1. Взаимодействие Axios с сервером

Для реализации общения с сервером в режиме реального времени была выбрана библиотека Socket.IO.

Взаимодействие библиотеки Socket.IO и сервера продемонстрировано на рис. 2.

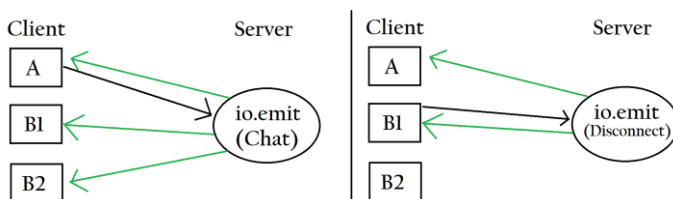


Рис. 2. Взаимодействие Socket.IO с сервером

Для разработки серверной части был выбран высокоуровневый язык программирования общего назначения, ориентированный на повышение производительности разработчика и читаемости кода Python [3].

Для реализации API приложения был выбран современный python веб – фреймворк FastAPI [4]. Данный инструмент обладает рядом следующих преимуществ: автодокументирование API – каждый запрос представлен в OpenAPI Swagger, который позволяет протестировать работу запроса через браузер, входные и выходные данные подвергаются обязательной валидации, что минимизирует временные затраты на обработку некорректных данных, а также сам фреймворк поддерживает асинхронные запросы, что значительно повышает количество запросов, обрабатываемых за единицу времени.

В качестве СУБД была выбрана Postgres. Данный инструмент на сегодняшний день является лучшим вариантом для хранения данных в реляционном виде. Среди основных преимуществ базы можно выделить: неограниченный размер БД, открытый исходный код, а также поддержку со стороны сообщества и постоянные обновления со стороны разработчиков [5].

На рис. 3 представлен основной экран разработанной логистической системы.

№ задания	Статус	До погрузки	Канал продаж	Маршрут
LP-00074192 / Nestle R100615724	Активно	00:00:00	Гарантии	Грушевская ст-ца Ростовская обл 4 августа, 01:00—01:00
KЦ-00046943 / SIBUR 0000403919	Активно	00:00:00	Гарантии	Толмачево с Новосибирская обл 5 августа, 12:00—12:00
LP-00074065 / Baltka R03042387/21	Активно	00:00:00	Гарантии	Ростов-на-Дону г Ростовская обл 2 августа, 11:00—11:00
KG370 / TEST 92239dd039abe47eb46b64824cdac7c5	Обмен данными	00:00:00	Гарантии	Москва г Москва г 3 марта, 16:00—21:00
LP-00074632 / Baltka R03042775/21	Активно	00:00:00	Гарантии	Ростов-на-Дону г Ростовская обл 4 августа, 03:56—03:56
KG386 / TEST 2bd1c1f9e9f5aeab65406d35d447e76	Ввод данных	00:00:00	Гарантии	Москва г Москва г 4 марта, 16:00—21:00
KG372 / TEST e0c5648917328b2108bc196e9f30bb2a3	Ввод данных	00:00:00	Гарантии	Москва г Москва г 3 марта, 16:00—21:00
KK-00002114 / ОКТОВЛ 1	Активно	17 д. 20:05:53	Гарантии	Домодедово г Московская обл 23 декабря, 17:00—17:00
KG369 / TEST 524b52d568ef08515a9bf4748cb0e2b6	Обмен данными	00:00:00	Гарантии	Москва г Москва г 3 марта, 16:00—21:00
KG373 / TEST a9d5bd896242e4fbd37775e93d6873f1	Ввод данных	00:00:00	Гарантии	Москва г Москва г 3 марта, 16:00—21:00

Рис. 3 (начало)

	Параметры ТС	Расстояние	Цена	₽/км	Действия
Лермонтов г Ставропольский край 4 августа, 12:00—12:00	Реф ❄️ 20т/82м3	537.44 км	28 749.71 ₽	53.49 ₽/км	В работе
Новосибирск г Новосибирская обл 5 августа, 14:00—15:00	Тент 20.625т/82м3	25.68 км	8 685.60 ₽	338.22 ₽/км	В работе
Ерзовка рп Волгоградская обл 4 августа, 10:00—11:00	Тент 20т/20м3	512.20 км	27 165.60 ₽	53.04 ₽/км	В работе
Санкт-Петербург г Санкт-Петербург г 6 марта, 16:00—21:00	Тент 20т/40м3	707.01 км	153 950.00 ₽	217.75 ₽/км	
Ленина х Ростовская обл 4 августа, 09:35—10:05	Тент 20т/10м3	40.11 км	8 962.80 ₽	223.46 ₽/км	В работе
Санкт-Петербург г Санкт-Петербург г 6 марта, 16:00—21:00	Тент 20т/40м3	707.01 км	153 950.00 ₽	217.75 ₽/км	
Санкт-Петербург г Санкт-Петербург г 6 марта, 16:00—21:00	Тент 20т/40м3	707.01 км	153 950.00 ₽	217.75 ₽/км	
Санкт-Петербург г Санкт-Петербург г 24 декабря, 02:00—02:00	Тент 10т/80м3	764.11 км	27 700.00 ₽	36.25 ₽/км	
Санкт-Петербург г Санкт-Петербург г 6 марта, 16:00—21:00	Тент 20т/40м3	707.01 км	153 950.00 ₽	217.75 ₽/км	
Санкт-Петербург г Санкт-Петербург г 6 марта, 16:00—21:00	Тент 20т/40м3	707.01 км	153 950.00 ₽	217.75 ₽/км	

Рис. 3 (окончание). Скрин главного экрана логической системы

Реализованная логистическая система обладает всем необходимым спектром функциональных возможностей для автоматизации процесса управления и организации грузоперевозок.

ЛИТЕРАТУРА

1. TypeScript [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.typescriptlang.org/> (дата обращения: 07.03.2022).
2. React [Электронный ресурс]. – URL: <https://reactjs.org/> (дата обращения: 07.03.2022).
3. Python [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.python.org/> (дата обращения: 07.03.2022).
4. FastAPI [Электронный ресурс]. – URL: <https://fastapi.tiangolo.com/> (дата обращения: 02.03.2022).
5. PostgreSQL [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.postgresql.org/> (дата обращения: 02.03.2022).

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЦЕОФОРМИНГА

Д.М. Лукьянов, студент;

*И.А. Богданов, инженер-исследователь ИШПР НИ ТПУ
Научный руководитель М.В. Киргина, доцент ИШПР, к.т.н.
г. Томск, НИ ТПУ, dml4@tpu.ru*

Описывается разработка программного обеспечения для обработки данных хроматографического анализа углеводородных смесей и последующего расчета состава продуктов переработки стабильного газового конденсата согласно разработанной кинетической модели. Пакет программного обеспечения состоит из двух продуктов, причем результат расчетов первого продукта является исходными данными для работы второго. Для разработки программного обеспечения был использован язык программирования Python.

Ключевые слова: эволюционный алгоритм, генетический алгоритм, математическое моделирование, константы скоростей, цеоформинг, стабильный газовый конденсат.

Обеспечение удаленных регионов Крайнего Севера моторным топливом сопряжено на сегодняшний день с транспортными издержками. Их снижение возможно благодаря организации местного малотоннажного производства, удовлетворяющего требованиям экономической рентабельности и качества выпускаемых топлив. Перспективным для этих целей процессом является каталитическая переработка углеводородного сырья на цеолитных катализаторах (цеоформинг). Данный процесс может являться основным при комплексной переработке нефти на малых НПЗ, так как он позволяет значительно улучшить низкотемпературные свойства прямогонной дизельной фракции и повысить октановое число прямогонной бензиновой фракции [1]. Перечисленные факторы говорят об актуальности реализации математической модели цеоформинга.

В работе [2] авторами разработана схема химических превращений стабильного газового конденсата (СГК) в процессе цеоформинга. Данная модель включает 180 термодинамически возможных реакций и составлена для 50 псевдокомпонентов. Псевдокомпоненты определяются исходя из данных о типовом составе углеводородных смесей (сырья и продуктов) и могут представлять как индивидуальные вещества, так и группы индивидуальных веществ, объединенных на основании схожести физико-химических свойств, строения и небольшой концентрации в смесях.

Таким образом, для более эффективного и оперативного использования полученной модели требуется реализовать автоматизированное выполнение формализации углеводородных составов сырья и продуктов цеоформинга, получаемых газовой хроматографией, и расчет концентраций в соответствии с разработанной ранее схемой химических превращений.

Программа для обработки хроматограмм была разработана на языке Python и имеет графический интерфейс.

Программа взаимодействует с файлом-базой данных, в котором указана связь индивидуальное вещество → псевдокомпонент. Предусмотрена возможность добавления веществ в базу данных. Результат обработки сохраняется в формате .xlsx.

Для расчета концентраций на основании схемы химических превращений в процессе цеоформинга была составлена кинетическая модель-система дифференциальных уравнений в соответствии с законом действующих масс. Расчет выполняется с использованием метода Рунге–Кутты 2-го порядка. Константы скоростей химических реакций подобраны с помощью эволюционного алгоритма.

Для проверки результатов расчета использовались экспериментальные данные о составах сырья и продуктов, полученных в процессе цеоформинга на лабораторной установке. Составы сырья и продуктов определены газовой хроматографией с помощью хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000» по методике, изложенной в [3].

Групповые составы продуктов цеоформинга, полученные экспериментально (эксп.) и рассчитанные разработанной программой (расч.), представлены в таблице.

Групповые составы продуктов цеоформинга СГК

Класс углеводородов	Образец 1 (эксп.)	Образец 1 (расч.)	Образец 2 (эксп.)	Образец 2 (расч.)
Изопарафины	40,00	41,52	42,00	42,37
Н-парафины	24,10	24,50	30,55	26,20
Олефины	2,20	2,28	4,98	2,20
Арены	24,14	22,59	13,29	21,24
Нафтены	9,55	9,11	9,18	7,99

Экспериментально определенный состав продукта цеоформинга образца 1 использовался при подборе кинетических констант. Полученный набор позволил выполнить расчет концентраций в продукте с использованием кинетической модели. Можно видеть, что представленный в групповом виде состав с удовлетворительной точностью описывает эксперимент. При этом погрешность по отдельно взятым

псевдокомпонентам для образца 1 составляет 5–10% (отн.) Данный набор констант скоростей применен для расчета состава образца 2. Результаты расчета характеризуются менее удовлетворительной точностью особенно для группы ароматических углеводов.

В дальнейшем, после достижения адекватности кинетической модели, оба программных продукта планируется объединить, что позволит выполнять расчет составов цеоформинга с использованием исходных данных о составе сырья напрямую.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов В.Г. Производство моторных топлив из прямогонных фракций нефтей и газовых конденсатов с применением процесса «цеоформинг» / В.Г. Степанов, К.Г. Ионе // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – Т. 13, № 6. – С. 809–822.

2. Быков Р.А. Разработка формализованной схемы превращения веществ в процессе цеоформинга стабильного газового конденсата / Р.А. Быков, А.А. Алтынов // Матер. XXI Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера, посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.Г. Стромберга. – 2020. – С. 358–359.

3. ГОСТ 32507–2013. Бензины автомобильные и жидкие углеводородные смеси. Определение индивидуального и группового углеводородного состава методом капиллярной газовой хроматографии: межгосударственный стандарт: издание официальное: утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 717-ст.: введ. впервые: дата введ. 2015-01-01 / разработан «ФГУП ВНИЦСМВ». – М.: Стандартинформ, 2014. – 26 с. – Текст: электронный.

УДК 004.42

РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ ПЛАТЕЖНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ФИАТНЫХ ВАЛЮТ

Л.В. Букреев, студент

*Научный руководитель Н.В. Зариковская, доцент каф. АОИ, к.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, bukreev.l.428-2@e.tusur.ru*

Создание платежной системы для фиатных валют подразумевает в себе проектирование системы, обеспечивающий целостность и полноту хранимых данных, а также широкий функционал для пользователей.

Ключевые слова: платежная система, python, graphql, orm.

Электронные платежные системы становятся необходимостью во всех сферах жизни людей, поэтому разработка платежной системы

для фиатных валют, то есть валют, выпускаемых государством, является актуальной и нетривиальной задачей для разработчика программного обеспечения.

Однако в реализации подобных систем существуют некоторые сложности, связанные в первую очередь с большим объемом информации, хранимой при любом движении средств, а также с защитой персональных данных пользователя системы.

Основной функционал системы заключается в переводе средств внутри системы, а также пополнении и выводе средств из системы с использованием специальных шлюзов.

В процессе работы были реализованы 4 типа платежных поручений:

- 1) внутренние переводы;
- 2) обмен валют;
- 3) ввод средств;
- 4) вывод средств.

Каждая операция, проводимая в системе, должна пройти несколько статусов перед тем, как быть исполненной:

- 1) rejected;
- 2) new;
- 3) approved;
- 4) checked;
- 5) confirmation;
- 6) execution;
- 7) done.

Так как при проектировании необходимо учитывать помимо функционала защиту персональных данных, система была разбита на два модуля: модуль авторизации и хранения всех персональных данных и модуль платежей. Таким образом, возникла необходимость идентификации пользователя в модуле переводов, для чего была выбрана система, основанная на уникальных токенах.

Для реализации подобной системы был выбран язык GraphQL API для реализации запросов к серверу. В качестве языка программирования для реализации данной системы используется Python – высокоуровневый объектно-ориентированный язык. Для работы с базами данных по технологии Object-Relational Mapping (ORM) используется библиотека SQLAlchemy, предоставляющая широкий спектр возможностей языка запросов через Structured Query Language (SQL) и высокопроизводительный доступ к базе данных. Использование библиотеки позволяет избавиться от необходимости писать запросы на обновление данных в базе с помощью языка SQL и изолироваться от выбранной СУБД. Данный механизм позволяет связывать реляционную

базу данных с объектами в объектно-ориентированных языках программирования. Для работы с GraphQL на языке Python была выбрана библиотека graphene. Данная библиотека является самым популярным решением для языка программирования Python и рекомендована к использованию разработчиками GraphQL.

Платежная система работает с реальными денежными единицами, поэтому хранение всей возможной информации по пользователям, операциям и счетам является необходимостью. Для этого стояла задача разработать схему данных с учетом хранимой информации. Для обеспечения целостности базы данных в системе управления базами данных (СУБД) PostgreSQL существует механизм транзакций.

Для реализации всего функционала на языке Python активно применялся объектно-ориентированный подход в программировании, что позволило реализовать общую логику платежных поручений в одном месте, а наследование и полиморфизм обеспечили грамотное использование данной логики во всех типах платежей. На рис. 1 показана организация данных сущностей в системе.

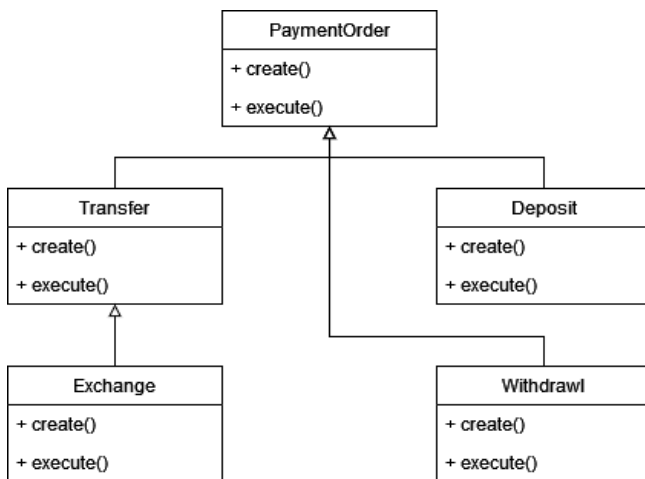


Рис. 1. Композиция сущностей

Таким образом, удалось добиться гибкости в создании разных типов платежных поручений и удобной композиции сущностей без дублирования поведения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Code using GraphQL: Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://graphql.org/code/#python> (дата обращения: 7.02.2022).

2. PostgresPRO: транзакции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://postgrespro.ru/docs/postgrespro/10/tutorial-transactions> (дата обращения: 07.02.2022).

3. GraphQL: Frequently Asked Questions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://graphql.org/faq/> (дата обращения: 07.02.2022).

УДК 004.031.42

ПРОГРАММА НАХОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ НА ОРТОФОТОПЛАНЕ

Г.А. Игнатеня, К.С. Емельянов, студенты каф. АСУ

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

*Проект ГПО АСУ–2201. Мониторинг территории
по изображениям БПЛА*

г. Томск, ТУСУР, gennadyignatenya@yandex.ru

В рамках ГПО АСУ–2201 рассматривается разработка программного обеспечения на основе нейронных сетей для решения задач мониторинга прилегающих к железнодорожным путям территорий по изображениям с беспилотного летательного аппарата (БПЛА). На данном этапе был проведен анализ изображений, получаемых БПЛА, была разработана нейронная сеть для определения количества рельсов на изображении размером 500 на 500 пикселей.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, нейронные сети, анализ изображений, программное обеспечение.

В наше время в сфере железнодорожного транспорта есть проблема контроля состояния прилегающих территорий, которая заключается в том, что контроль производится по плохо собранной или недостоверной информации. Технологии малых беспилотных летательных аппаратов сильно развились по сравнению с технологиями прошлых лет, при этом сбор информации о состоянии прилегающих территорий до сих пор производится непосредственно человеком без использования какого-либо оборудования. Также существует проблема отсутствия четкой отчетности о состоянии прилегающих территорий, что приводит к невозможности отслеживания прогресса этого состояния. Рабочие, производящие уборку прилегающих территорий, не имеют информации об объеме предстоящих работах, что приводит к ухудшению их эффективности. Разработав программное обеспечение мониторинга прилегающих к железнодорожным путям территорий, мы получим возможность решать вышеописанные проблемы.

Ортофотоплан – это фотографическое изображение плана местности, сделанное с помощью аэрофотосъемки с помощью беспилотных летательных аппаратов [1]. Ортофотопланы, которые должна анализировать программа, представляют собой изображения формата JPEG, размером порядка 16 000 пикселей по ширине и 9000 пикселей по высоте. Ширина одного рельса на ортофотоплане таких размеров составляет от 7 до 11 пикселей.

Первостепенной задачей программы является выделение всех участков изображения, в которых находятся железнодорожные пути. Для решения этой задачи будет разработан отдельный модуль программы. Для обеспечения быстродействия других модулей программы размер выделяемых участков не должен превышать ширину колеи более чем в четыре раза. Выходные данные должны представлять собой набор координат, описывающих положение и форму выделенных участков. Для достижения необходимого результата было принято решение использовать в программе технологии нейронных сетей.

Также были приняты следующие решения: 1) проектировать нейронную сеть свёрточного типа, так как такие сети являются одними из лучших для распознавания и классификации изображений [2]; 2) в качестве входных данных для нейронной сети использовать малую часть общего изображения (500 пикселей по ширине, 500 – по высоте); 3) выходные данные нейронной сети должны представлять из себя вероятности наличия на изображении определённого количества рельсов (нуля, одного или двух).

По результатам работы была разработана нейронная сеть, состоящая из: входного слоя (250 000 нейронов) четырёх слоёв свёртки, четырёх слоёв подвыборки, двух полносвязных слоёв (1 024 и 256 нейронов соответственно) и выходного слоя (3 нейрона). Нейронная сеть обучалась на ранее подготовленном тренировочном наборе из 11 252 изображений, из которых 1 125 использовались как набор валидации. Обучение заняло семь эпох. После обучения нейронная сеть давала правильный ответ в более чем 90 процентах случаев, на изображениях, которые не участвовали в обучении.

График обучаемости нейронной сети можно увидеть на рис. 1, а результат работы программы – на рис. 2. Также был реализован алгоритм применения нейронной сети для выделения участков ортофотоплана, в которых находятся железнодорожные пути. Алгоритм заключается в изучении различных областей изображения в определённом порядке и сохранении информации о позиции этих областей. С помощью этого алгоритма удалось найти ЖД полотно на тестовом ортофотоплане.

Проанализировав полученные результаты, пришли к следующим выводам: 1) разработанная нейронная сеть успешно обучается и применяется для решения поставленной задачи; 2) использование разработанной нейронной сети в качестве первичного модуля программного обеспечения мониторинга прилегающих к железнодорожным путям территорий видится перспективным.

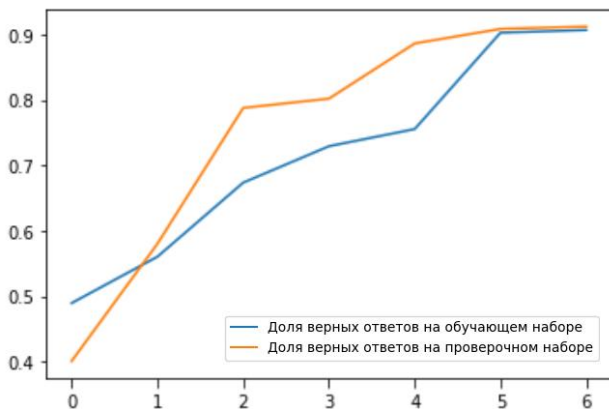


Рис. 1. График результатов обучения на семи эпохах



Рис. 2. Часть ортофотоплана и обнаруженные ЖД пути

ЛИТЕРАТУРА

1. Ортофотоплан [Электронный ресурс]. – Официальный сайт компании «Горизонт». – URL: <https://gorizond.ru/ortofotoplan> (дата обращения: 3.03.2022).

2. Макаренко А.А., Калайда В.Т. Методика локализации изображения лица для систем видеоконтроля на основе нейронной сети // Известия ТПУ. – 2006. – № 8. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodikalokalizatsii-izobrazheniya-litsa-dlya-sistem-videokontrolya-na-osnoveneyronnoy-seti> (дата обращения: 3.03.2022).

УДК 004.021

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОДБОРА ОБУЧЕННЫХ МОДЕЛЕЙ МЕТОДАМИ ОЦЕНКИ ПОДОБИЯ ДАННЫХ

А.С. Писанкин, А.Ю. Чепкасов, студенты;

А.С. Гончаров, аспирант

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

Рассматривается гипотеза о возможности оптимизации вычислительных и временных затрат за счет повторного использования ранее обученных моделей машинного обучения с новыми входными данными.

Ключевые слова: анализ данных, машинное обучение, оценка подобия, промышленные манипуляторы, кластеризация.

Использование методов машинного обучения в технологическом цикле, основанном на механизированном производстве, позволяет качественно улучшить процесс. Уже сегодня такие системы генерируют огромное количество данных, обработка которых занимает много времени. Оценивая сходство между новым набором данных и ранее использованным, можно подобрать обученную модель в рамках решения общей задачи.

Для оценки подобия данных выбраны 2 метода:

1. Евклидово расстояние – используется для расчета меры сходства между соответствующими точками двух временных рядов в n -мерном евклидовом пространстве.

2. Алгоритм динамической трансформации временной шкалы – вычисляет оптимальную последовательность трансформаций (деформаций) времени между двумя временными рядами. В отличие от евклидова расстояния DTW-алгоритм рассчитывает расстояние между рядами без учета локальных и глобальных сдвигов на временной шкале.

Подбор модели машинного обучения состоит из двух этапов:

1. **Инициализация:** создание набора эталонных моделей машинного обучения для решения рассматриваемой задачи:

1.1. Вычисление подобия временных рядов – оценка меры сходства каждого входного набора данных с каждым другим.

1.2. Кластеризация наборов данных с использованием метода k ближайших соседей для выделения множества кластеров, в качестве расстояния между объектами используется мера подобия временных рядов.

1.3. Поиск ближайшего к центроиде набора данных.

1.4. Построение модели машинного обучения (сверточная ИНС).

1.5. Проверка выбранных эталонных моделей на остальных наборах данных, принадлежащих кластеру.

2. **Подбор модели:** набор эталонных моделей и соответствующие им выборки используются для оценки подобных наборов данных:

2.1. Вычисление подобия временных рядов.

2.2. Поиск кластера с наименьшим расстоянием между входным набором и центроидой.

2.3. Использование модели машинного обучения. Исходная выборка подается в качестве входного параметра для выбранной эталонной модели машинного обучения.

Если временной ряд не входит в какой-либо кластер, то возвращаемся к шагу инициализации и создаем новый кластер.

Для каждой соответствующей точки 2 выборки было рассчитано значение расстояния. Сравнение было произведено в 3-мерном пространстве, и каждая точка в качестве координат содержала следующие значения: сила тока, угловая скорость и температура привода. Таблица с результатами оценки подобия выборок при использовании алгоритма «DTW» представлена в табл. 1.

Таблица 1

Оценка подобия данных («DTW»)

	Agilus	Svarka	Palitir	Frezer
agilus	–	31187,62	34662,52	32463,58
svarka	–	–	54706,49	51315,71
palitir	–	–	–	53119,16
frezer	–	–	–	–

Для проверки гипотезы были обучены несколько моделей на разных данных. Созданным моделям для тестирования и определения точности прогнозирования температуры привода были переданы данные из других манипуляторов. Для каждой модели точность рассчитывалась несколько раз, после вычислялось среднее арифметическое этих значений. Итоговая таблица усредненных точностей моделей (с

использованием алгоритма «DTW», так как его точность оказалась выше) представлена в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Точность обученных моделей

Обучающая/тестовая	Agilus	Svarka	Palitir	Frezer
agilus	83,95	81,24	74,28	76,33
svarka	79,21	82,78	77,15	70,81
palitir	71,83	72,84	80,14	79,52
frezer	80,46	72,11	79,33	75,69

Полученные данные коррелируют с результатами, полученными ранее на этапе оценки сходства данных – точность подобранной модели на основе данных, которые имели наибольшее сходство (наименьшее расстояние), оказалась наивысшей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романенко А.А. Выравнивание временных рядов: прогнозирование с использованием DTW // Машинное обучение и анализ данных. – 2001. – № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jmla.org/papers/doc/2011/JMLDA2011no1.pdf> (дата обращения: 02.03.2022).

2. Comprehensive Survey on Distance/Similarity Measures between Probability Density Functions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://users.uom.gr/~kouiruki/sung.pdf> (дата обращения: 28.12.2021).

УДК 004.942:004.422.8

**РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ
ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
ДЛЯ КТ-NIMFA**

Д.А. Колпашникова, студентка ИЯТШ;

А.К. Гавря, инженер ЦАТЭ АО «Атомтехэнерго»

Научный руководитель О.В. Егорова, доцент ИЯТШ, к.т.н.

г. Томск, НИ ТПУ, dak78@tpu.ru

Представлены результаты работ по созданию модуля численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) для программного комплекса КТ-NIMFA, предназначенного для имитации технологических схем замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ), разрабатываемых в рамках проекта «Прорыв». Приведены требования к модулю, его структура и особенности программной реализации.

Ключевые слова: программный модуль, ОДУ, КТ-NIMFA, ЗЯТЦ.

В рамках проекта «Прорыв» разрабатывается технология ЗЯТЦ. Для имитации работы технологических схем ЗЯТЦ разрабатывается программный комплекс КТ-NIMFA. В КТ-NIMFA модели технологических процессов строятся в виде блок-диаграмм. Каждому блоку соответствует определенный графический образ и набор расчетных соотношений, описывающих математическую модель процесса, протекающего в некоторой технологической установке. Расчетные соотношения в случае динамических моделей часто представляют собой дискретные аналоги систем ОДУ в форме Коши с заданными начальными условиями.

В текущей версии КТ-NIMFA расчетные соотношения составляются с учетом конкретного метода численного решения ОДУ и компилируются в виде динамически подключаемых библиотек, загрузку и взаимодействие с которыми обеспечивает специальный программный модуль КТ-NIMFA. В случае необходимости изменения метода решения ОДУ требуется коррекция и перекомпиляция исходных кодов библиотек блоков. Ввиду этого возникла необходимость разработки модуля, обеспечивающего возможность решения ОДУ разными численными методами в КТ-NIMFA без коррекции исходных кодов библиотек блоков.

Определены следующие требования к модулю:

- поддержка плагинной архитектуры КТ-NIMFA;
- возможность решения ОДУ разными численными методами и расширения базы методов без перекомпиляции исходного кода библиотек блоков;
- возможность расширения базы методов сторонними разработчиками без доступа к исходному коду библиотек блоков;
- разработка на языке С++ в соответствии с технологией ООП [1].

На основе требований к модулю определены его структура и принципы встраивания в КТ-NIMFA, представленные на рис. 1.

Модуль расчета ОДУ содержит модуль работы с решателями и модули «Решатель». Модуль работы с решателями выполняет поиск, подключение и организацию взаимодействия модулей «Решатель» с расчетной частью КТ-NIMFA. Модули «Решатель» хранят расчетные соотношения, реализующие методы численного решения ОДУ, и общий интерфейс для взаимодействия с модулем работы с решателями. Модуль работы с решателями предложено исполнить в виде DLL-библиотеки, неявно подключаемой к расчетной части КТ-NIMFA, а модули «Решатель» – в виде DLL-библиотек, явно подключаемых к модулю работы с решателями. Такая структура позволит:

- на этапе исполнения корректировать существующие и добавлять в состав КТ-NIMFA новые численные методы расчета ОДУ;

- разрабатывать модули «Решатель» без знания внутренней структуры кодов моделей блоков и ядра KT-NIMFA;
- осуществлять независимую разработку модулей «Решатель» одновременно несколькими разработчиками.

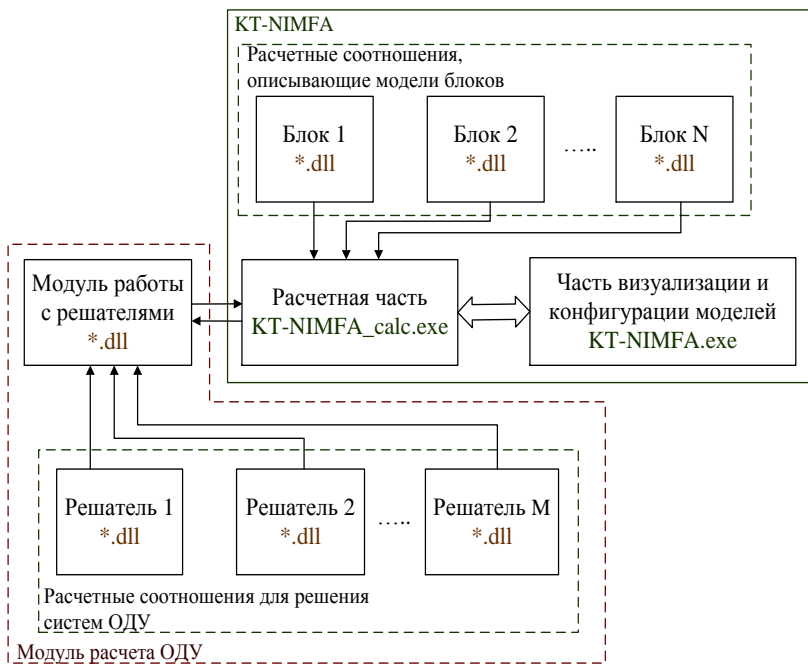


Рис. 1. Структура и схема встраивания модуля в KT-NIMFA

Внутренняя структура модуля разработана на основе паттерна стратегии [1], обеспечивающего взаимозаменяемость методов численного решения ОДУ без перекомпиляции приложения. На рис. 2 представлена отражающая ее UML-диаграмма классов.

Класс ISolver определяет общий интерфейс для всех вариантов методов решения ОДУ. Классы-реализации данного интерфейса предоставляют конкретный вариант метода. Для экспорта объектов решателя используется функция-фабрика. Класс SolverConnector осуществляет поиск и подключение DLL-библиотек, получение, хранение и удаление объектов-решателей, а также возвращает указатели на полученные объекты решателей клиенту, в роли которого выступает расчетный модуль KT-NIMFA. Клиент передает объекты решателей в SolverModule. SolverModule выполняет вызов требуемых решателей.

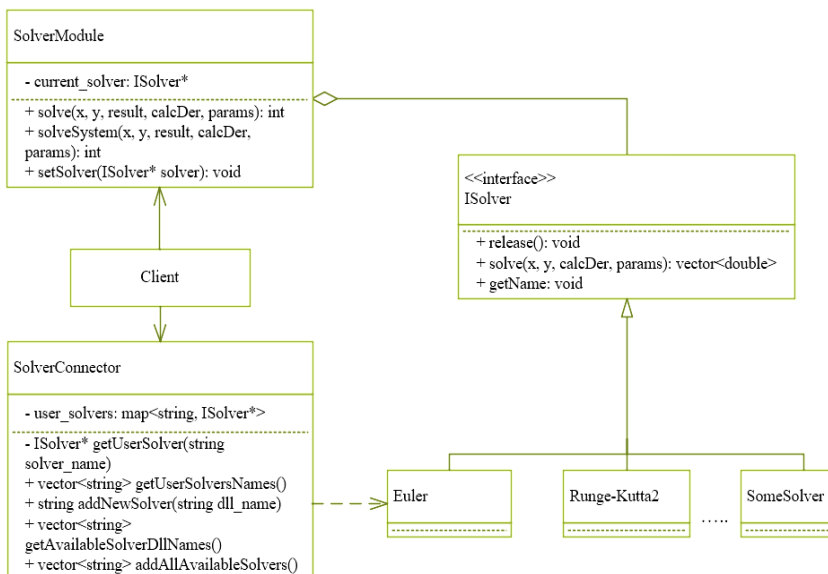


Рис. 2. UML-диаграмма классов модуля

На данном этапе разработан программный код ядра модуля, производится отладка его работы в составе КТ-NIMFA и расширение базы решателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фримен Э. Паттерны проектирования / Э. Фримен, К. Сьера, Б. Бейтс; пер с англ. – СПб.: Питер, 2011. – 656 с.

УДК 004.42

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «SERENITYTASK» ДЛЯ РАЗВИТИЯ НАВЫКОВ ПРИОРИТЕЗАЦИИ ЗАДАЧ СТУДЕНТОВ ЧЕРЕЗ ИГРОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

М.С. Курахтанов, студент факультета бизнеса

*Научный руководитель Е.В. Драгунова, доцент каф.
экономической информатики, к.э.н.*

г. Новосибирск, НГТУ, kurakhtanov.2018@stud.nstu.ru

Выявлена проблема дисциплинированности студентов при самостоятельном обучении. Отмечены положительные результаты применения геймификации в сфере образования. Представлены резуль-

таты разработки клиент-серверного веб-приложения с реализованным кейсом геймификации, способным повысить уровень дисциплинированности и организованности студентов.

Ключевые слова: геймификация, веб-приложение, .NET, Web API, SQL, Angular, база данных, SaaS, дисциплинированность, студент.

Организация самостоятельного обучения во внеаудиторное время среди студентов является актуальной проблемой в наши дни. Психологи учебных заведений России и за рубежом отмечают низкую успеваемость, мотивацию к обучению и дисциплинированность у обучающихся различных направлений подготовки [1, 2, 5].

Об использовании геймификации в сфере образования свидетельствуют множественные исследования, подтверждающие значительный прирост результативности обучения студентов путем применения различных игровых методик [3, 6].

Среди возможных программных решений проблемы качества организованности студентов можно отметить весьма популярный сервис «Habitica» [4]. Однако сервис постулирует о геймификации жизни и изобилует игровым функционалом, что может оттолкнуть пользователей, не предпочитающих RPG-игры и в целом не считающих себя геймерами.

В связи с этим был разработан программный продукт «SerenityTask», в котором акцент делается не столько на игровых процессах, сколько на развитии у студентов навыков грамотного распределения приоритетов, что неоспоримо важно в процессе самостоятельного выполнения заданий каждым обучающимся.

Описание особенностей приложения «SerenityTask»:

- развитие виртуального персонажа путем выполнения приоритетных задач в установленные сроки как в одиночном, так и в кооперативном режиме;
- детализация развития виртуального персонажа для отслеживания студентом своего прогресса в академических задачах;
- система пользовательских достижений, нацеленная на выработку у студентов качеств дисциплинированности и организованности;
- режим наставничества, позволяющий студентам, получившим определенные достижения, взаимодействовать с другими пользователями приложения.

На рис. 1 представлен пользовательский интерфейс рабочей области авторизованного в приложении пользователя, где студенту предоставляется функционал для гибкого управления задачами и детализированного отслеживания прогресса виртуального персонажа.

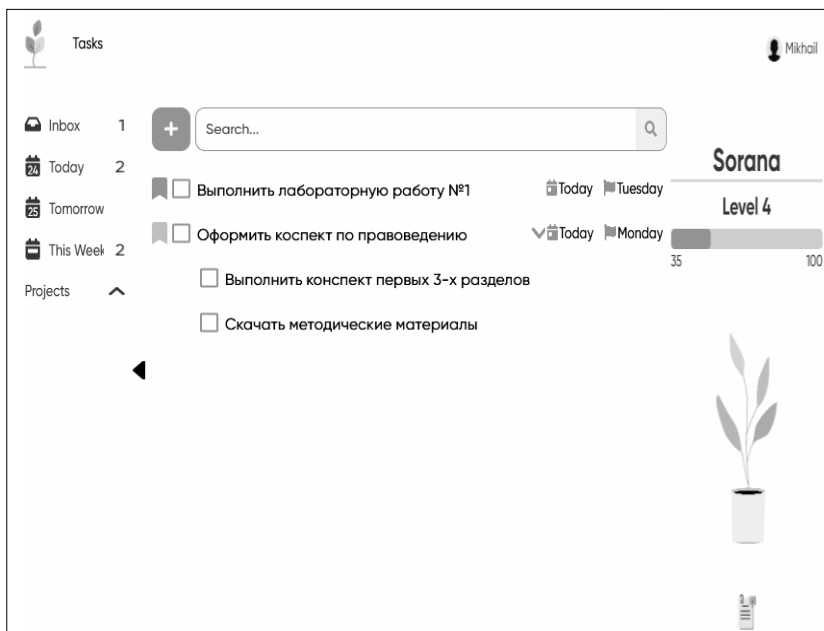


Рис. 1. Пользовательский интерфейс основного рабочего раздела приложения «SerenityTask»

Программный инструмент «SerenityTask» был реализован с использованием следующего стека технологий:

- проект серверного приложения .NET 6 Web API с применением объектно-ориентированного подхода, библиотеки Entity Framework для взаимодействия с сущностями базы данных MS SQL при помощи технологии LINQ и миграций, NUnit для реализации Unit-тестирования реализованных интерфейсов, а также SignalR для обновления информации на стороне клиента в реальном времени при изменении релевантных для пользователя данных в БД;

- JWT и CORS для осуществления надежной авторизации пользователей в системе, а также защищенности серверного приложения от внешних источников, не входящих в указанный в конфигурации перечень допустимых доменных имен;

- реляционная база данных MS SQL для хранения пользовательских данных;

- проект клиентского приложения, реализованный на платформе Angular с использованием HTML5, CSS6, JavaScript, TypeScript;

- система контроля версий Git и платформа GitHub для поэтапной разработки кода, включающей реализацию нового функционала, а также рефакторинг с целью оптимизации кода и исправления возникших в ходе тестирования багов;

- Jenkins CI для обеспечения непрерывной интеграции.

В среде высокой учебной нагрузки студенту необходимо самостоятельно выстраивать процесс обучения. Однако ввиду отсутствия внешнего контроля не каждому обучающемуся удастся определить приоритеты и оградить себя от стрессовых ситуаций. Разработанное веб-приложение «SerenityTask» способно не только развить навыки саморегуляции у студента через игровые процессы, но и предоставить возможность помогать другим, столкнувшимся с проблемой мотивации и концентрации на важных учебных задачах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кормачёва И.Н. Академическая прокрастинация как элиминация учебной активности [Электронный ресурс] // Психология человека в образовании. – 2021. – Т. 3, № 1. – С. 61–70. – Режим доступа: <https://bit.ly/3Gwp1LF>, свободный (дата обращения: 03.02.2022).

2. Тузова О.Н. Способность самоуправления у студентов с различной степенью выраженности прокрастинации [Электронный ресурс] // Психология человека в образовании. – 2021. – Т. 3, № 1. – С. 71–79. – Режим доступа: <https://bit.ly/3LcVxbi>, свободный (дата обращения: 03.02.2022).

3. Хохрякова Ю.М. Возможности геймификации учебной деятельности студентов вуза [Электронный ресурс] // Гуманитарные исследования. Педагогика и психология. – 2021. – № 5. – С. 27–37. – Режим доступа: <https://bit.ly/3sfaPBs>, свободный (дата обращения: 03.02.2022).

4. Habitica.com Traffic Analytics & Market Share. – Режим доступа: <https://bit.ly/3Hwv3gx>, свободный (дата обращения: 03.02.2022).

5. Emrah S., Duygu H.D., Mehmet D. The Relationship between Academic Procrastination, Academic Motivation and Perfectionism: A Study on Teacher Candidates // TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology. – 2021. – Vol. 20, Is. 4. – P. 140–149. Available at: <https://bit.ly/3rsUcD1> (Accessed: 5 February, 2022).

6. Rodrigo S., Sandro J.R., Leonardo B.M., Jorge A., P. de M.C., Patricia A.J. The impact of gamification on students' learning, engagement and behavior based on their personality traits // Smart Learning Environments, 2020. Available at: <https://bit.ly/34loUW6> (Accessed: 5 February, 2022).

СИСТЕМА АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

А.В. Потеряева, студентка каф. АОИ

*Научный руководитель Н.В. Зариковская, доцент каф. АОИ, к.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, nase.poteryaeva@gmail.com*

Рассмотрен интерфейс системы по анализу, прогнозированию и визуализации телеметрических данных, полученных в режиме реального времени.

Ключевые слова: анализ данных, интерфейсы, телеметрические данные, отображение графиков.

Разработка программного обеспечения, направленного на анализ данных, всегда является актуальной, особенно для данных, используемых на предприятиях и получаемых с телеметрических датчиков. Обработка и отображение таких данных позволяют на технологическом этапе избежать множества ошибок, что способствует предотвращению наступления критических событий.

Целью разрабатываемого программного продукта является анализ первичных данных, обработка, а также построение модели, способной предотвратить возникновение критических событий.

Рассмотрим основной алгоритм работы с данными в разрабатываемой системе. Данные в систему могут поступать двумя способами:

- 1) пользователь загружает данные в систему через файл с помощью элементов интерфейса;
- 2) данные поступают в систему напрямую с датчиков в режиме реального времени.

С целью наглядного оформления данных в системе реализована возможность графического отображения поступающих и обработанных данных. Для настройки отображения графика пользователю предлагается ввести некоторые параметры, представленные на рис. 1.

Пользователь может указать следующие параметры:

- 1) отображение графика в целом;
- 2) стилистические параметры: цвет графика, тип линии (линия, пунктир), толщина линии, тип точек (вырожденные, невырожденные, отсутствуют);
- 3) минимальное и максимальное значение по оси абсцисс;
- 4) исключение промежутков с заранее известными плановыми остановками;
- 5) с помощью выделения конкретной области или с помощью ввода дат и времени указать границы отображения графика.

Линия 1 ▾

Цвет ▾

Тип линии Линия ▾

Ширина 1,5 пт ▾

Тип точки Круглая ▾

Min ▾ ▹ Max ▾ ▹

▾ **Исключение участка**

От

До

Добавить исключение

Добавленные исключения:

10.05.2020 00:00 / 10.05.2020 10:00 ⊗

10.04.2020 00:00 / 10.04.2020 10:00 ⊗

▾ **Выделение данных**

От

До

Добавить выделение

Рис. 1. Настройка параметров отображения графика

После получения «сырых» данных и данных, введенных пользователем, происходит первичная обработка на стороне сервера.

На монитор выводится обработанная информация в виде диаграмм. Таким образом, пользователь может наиболее наглядно анализировать полученную информацию. Пример представлен на рис. 2.

Далее пользователь может указать пункты анализа для каждого параметра, полученного из исходных данных (рис. 3).

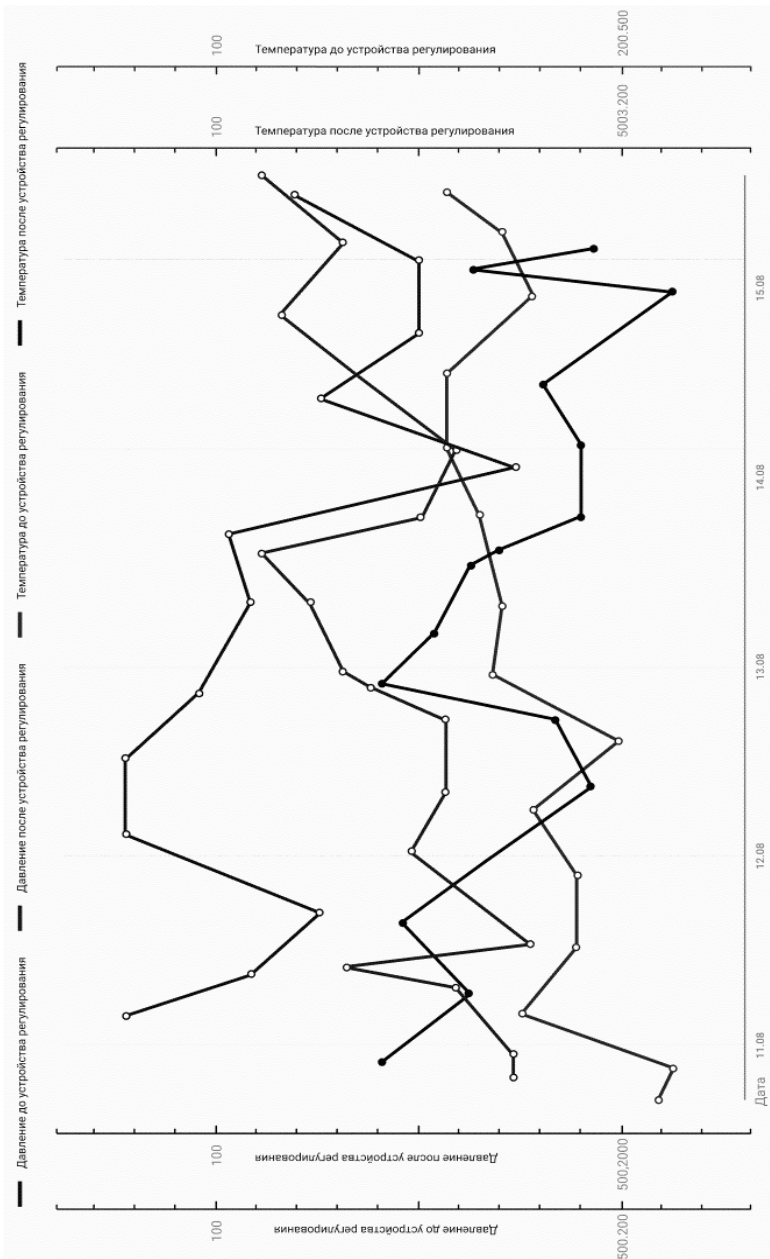


Рис. 2. Первичное представление «сырых» данных в виде графиков

Линия 1 ▾ [Выбрать все](#)

Коэффициент корреляции ?

Построение нормального распределения ?

Рассчитывание достоверности ?

Определение уровня значимости ?

Отклонение от кривых ?

Интерполяция ?

Выполнить анализ

Рис. 3. Выбор параметров для анализа данных

С помощью математических и статистических методов проводится обработка данных.

Обработанные данные подвергаются анализу на предмет построения модели процесса и выявления признаков возникновения критических событий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/352812/>, свободный (дата обращения: 09.03.2022).
2. Телеметрия и программное обеспечение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/340882/>, свободный (дата обращения: 09.03.2022).

УДК 004.89

ПРОБЛЕМА ИСКУССТВЕННО СГЕНЕРИРОВАННЫХ ИСХОДНЫХ КОДОВ В ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ АВТОРА ПРОГРАММЫ

А.В. Куртукова, аспирантка;

А.С. Романов, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

*Научный руководитель А.А. Шелупанов, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. КИБЭВС, av.kurtukova@gmail.com*

Современные генеративные модели, предназначенные для создания искусственно-языковых текстов, делают особенно актуальной задачу идентификации автора исходного кода программы. Для ее решения важно проанализировать современные методы генерации исходного кода программы и выбрать наиболее эффективный из них с целью проведения исследований, направленных на разграничение

авторства кода между человеком и машиной. Наилучшей из рассмотренных альтернатив оказалась модель GPT, дообученная на открытых исходных кодах с хостинга Github.

Ключевые слова: генерация, исходный код, авторство, нейронные сети.

Современные языковые модели на основе глубоких нейронных сетей (НС) демонстрируют удивительные способности генерации текстов. Создаваемые искусственным интеллектом тексты почти невозможно отличить от написанных человеком за счет сохранения генеративными моделями авторских признаков – отличительных характеристик письма того или иного автора.

Успехи в генерации естественно-языковых текстов спровоцировали появление аналогичных моделей для генерации искусственно-языковых текстов, в частности, исходных кодов программ [1–3]. Эти модели предназначены для сокращения временных затрат на решение рутинных, повторяющихся задач. Предполагается, что таким образом программисты смогут сфокусироваться на менее тривиальных, требующих творческого подхода проблемах. Для сферы разработки программного обеспечения генеративные модели, безусловно, полезны и перспективны, однако их появление делает особенно актуальным вопрос идентификации автора исходного кода программы.

Отправной точкой исследования авторства искусственно сгенерированных кодов должно быть рассмотрение существующих генеративных моделей и инструментов создания искусственного кода на их основе. Отсюда вытекает цель работы – анализ современных решений в области генерации текста и выбор наиболее эффективного из них для дальнейших исследовательских целей.

Генеративные модели глубокого обучения. На 2022 г. наиболее известными НС, предназначенными для генерации естественно-языкового текста, являются GPT, XLM и XLNET. Все представленные модели базируются на прорывной в области текстового анализа архитектуре – трансформере. Данная модель включает в себя кодировщик и декодировщик, основанные на механизме самовнимания и НС с прямой связью. Результаты решения смежных задач доказывают, что наилучшую генерацию выполняют модели семейства GPT. Генерация этими НС зачастую приводит к запутыванию алгоритмов глубокого обучения и усложнению процесса разделения авторства между машиной и человеком [1].

Инструменты генерации исходного кода программы. Для создания решений, позволяющих осуществлять генерацию искусственно-языкового текста, исходных кодов программ, генеративные модели должны быть дообучены на соответствующих данных. Большинство

современных инструментов для создания искусственно сгенерированного исходного кода основаны на НС, обученных на открытых данных с ресурса Github или на данных, доступных в рамках соревнований по программированию. Избыточное количество эталонных данных, имеющих самые разнообразные авторские признаки, позволяют добиться точности, достаточной для создания машиной полностью компилируемого, корректно функционирующего кода для решения простых повседневных задач.

1. Open AI Codex [4] основан на модели GPT-3, обученной как на естественно-языковых текстах на английском языке, так и на миллионах экземпляров исходных кодов программ. Данное решение поддерживает более 12 различных языков программирования, но наилучшим образом работает для Python. Главным образом, Codex успешно используется для транспиляции и рефакторинга кода.

2. Github Copilot [5] базируется на технологии Open AI Codex. Инструмент Copilot усовершенствован для работы с различными фреймворками и языками программирования, дообучен под языки Python, JavaScript, TypeScript, Ruby и Go. Решение Github предназначено для помощи разработчикам в написании кода, поиске альтернативных методов реализации, изучении новых API.

3. AlphaCode [6] представляет собой решение на базе искусственного интеллекта, предназначенное для решения задач в соревнованиях по программированию. Данная НС справляется с задачами среднего уровня сложности и, согласно проведенным тестам, входит в топ-50 лучших участников соревнований.

4. JARVIS [7] – проект Sber AI, включающий в себя модель генерации кода, основанную на обученной на кодовой базе Сбера и открытых библиотеках `tuGPT-3`. Такое решение позволяет дописывать код разработчика, искать уязвимые фрагменты кода и выполнять перевод с одного языка программирования на другой. В перспективе модель позволит трансформировать в код естественную речь.

5. PolyCoder [8] представляет собой дообученную на 12 языках программирования языковую модель GPT-2. Данное решение имеет меньшую в сравнении с аналогами эффективность при генерации кода на интерпретируемых языках, однако значительно лучше справляется с работой с компилируемыми, например с языком C.

Заключение. Несмотря на то, что большинство существующих решений в области генерации исходного кода демонстрируют впечатляющие результаты, их применение в рамках последующих исследований невозможно, так как они являются закрытыми для сообщества разработчиков. Единственное открытое решение, AlphaCode, не явля-

ется подходящим в связи с тем, что заточено исключительно под создание кода для соревнований, а следовательно, использование готовых решений не представляется возможным. Однако, согласно проведенному анализу, все рассмотренные инструменты базируются на моделях семейства GPT. Таким образом, в будущем исследовании, направленном на идентификацию автора исходного кода [9], в частности, на разграничение авторства исходного кода программы между человеком и машиной, будет использована дообученная на кодовой базе, собранной с хостинга Github (включающей в себя более полу-миллиона образцов) модель GPT.

ЛИТЕРАТУРА

1. RoPGen: Towards Robust Code Authorship Attribution via Automatic Coding Style Transformation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/2202.06043.pdf>, свободный (дата обращения: 27.02.2022).
2. Automated Source Code Generation and Auto-completion Using Deep Learning: Comparing and Discussing Current Language-Model-Related Approaches [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/2009.07740.pdf>, свободный (дата обращения: 27.02.2022).
3. Implementation Model of Source Code Generator [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hrcak.srce.hr/file/265811>, свободный (дата обращения: 27.02.2022).
4. Open AI Codex [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://openai.com/blog/openai-codex/>, свободный (дата обращения: 28.02.2022).
5. Github Copilot [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://copilot.github.com/>, свободный (дата обращения: 28.02.2022).
6. AlphaCode [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://deepmind.com/blog/article/Competitive-programming-with-AlphaCode>, свободный (дата обращения: 28.02.2022).
7. Sber AI ruGPT-3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developers.sber.ru/portal/tools/ruqpt-3>, свободный (дата обращения: 28.02.2022).
8. PolyCoder [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://venturebeat.com/2022/03/04/researchers-open-source-code-generating-ai-they-claim-can-beat-openais-codex/>, свободный (дата обращения: 28.02.2022).
9. Kurtukova A., Romanov A., Shelupanov A. Source Code Authorship Identification Using Deep Neural Networks // Symmetry 2020. – Vol. 12. – P. 2044.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ НАВЫКОВ УСТНОЙ АНГЛИЙСКОЙ РЕЧИ

А.П. Концевая, студентка каф. КИПР;

М.Д. Савин, студент каф. РЭТЭМ;

И.В. Стародубцев, И.И. Титаренко, студенты каф. АОИ

Научный руководитель Н.Н. Кривин, и.о. зав. каф. КИПР, к.т.н.

*Проект ГПО КИПР-2102. Разработка мобильного приложения для
тренировки навыков английской речи*

г. Томск, ТУСУР, alisa.p.kontsevaia@tusur.ru,

mikhail.d.savin@gmail.com, sigor20022002@gmail.com,

ititarenko91@gmail.com

Анализируется функциональное требование к программному тренажеру по развитию навыков устной английской речи, рассматривается компонентный состав программного модуля, реализующего данную функцию, выбирается тип нейросети для разработки генератора текста, а также формулируются общие рекомендации по её обучению.

Ключевые слова: лингвистический программный тренажер, генератор текста, синтезатор речи, нейросеть, естественная речь, английский язык.

Известно [1], что для эффективного изучения иностранного, в частности английского, языка пользователю требуется интенсивная практика диалогового общения с носителями языка. Современное развитие науки и техники позволяет автоматизировать данный процесс, когда вместо носителей языка используется программа, умеющая распознавать и генерировать английскую звуковую речь.

В функционал разрабатываемого мобильного приложения «Плиния» (акроним от «программный лингвистический тренажер навыков английского языка») входят две базовые возможности: 1) функция тренировки навыков устной речи (беглость, произношение, интонация) [2]; 2) функция тренировки навыков правильного произношения отдельных слов. Целью данной работы является синтез и анализ общего решения первой задачи.

Обзор существующих приложений (SpeechAce, Babble, ElsaSpeak) показал, что ближайшим аналогом «Плинии» является ElsaSpeak [3]. Однако его функционал не обладает свойством естественности (непрерывности) диалогов с пользователем, происходящих в режиме реального времени, а представляет собой программу из дискретной последовательности упражнений, которые не предусмат-

ривают тренировку навыка самостоятельного формулирования фраз и предложений в ответ на обращения и вопросы приложения.

Для реализации функции тренировки устной речи приложение «Плиния» должно уметь распознавать звуковую речь пользователя, оценивать правильность построения речевых фраз на лексическом и синтаксическом уровнях, подбирать семантически адекватный контексту диалога ответ и генерировать его в звуковой форме в режиме реального времени.

Таким образом, модуль «Плиния», отвечающий за реализацию функции тренировки навыков устной речи, должен состоять из следующих компонентов:

- 1) подмодуля распознавания и преобразования звуковой речи в текст,
- 2) подмодуля оценки лексико-синтаксической правильности речи,
- 3) генератора текста (виртуального собеседника, чат-бота) [4],
- 4) синтезатора речи, преобразующего текст виртуального собеседника в звуковую речь.

Обзор существующих программ с открытым исходным кодом показал, что на сегодняшний день существуют готовые решения для реализации первой и четвертой задач (Speech.Synthesis.dll – компонента фреймворка .NET с версии 3.0, доступная для всех пользователей Visual Studio, пишущих приложения на .NET). Их качество приемлемо для разработки «Плинии» на концептуальном уровне. В качестве фреймворка будет использована платформа с открытым исходным кодом Xamarin.Forms.

Генератор текста должен уметь вести с пользователем типовые диалоги на английском по разнообразной тематике, т.е. формулировать утверждения и вопросы, отвечать на вопросы пользователя.

В настоящее время наиболее эффективными подходами к решению задачи программной генерации текста, отвечающего сформулированным требованиям, являются подходы обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP). Предметная область NLP базируется на пересечении машинного обучения, теории нейросетей и математической лингвистики.

Нейронная сеть (нейросеть) [5] в общем случае состоит из слоев (входного, выходного и скрытых), которые, в свою очередь, состоят из разного числа нейронов. Нейроны одного слоя связаны с нейронами следующего слоя.

В настоящее время существует обширная классификация нейросетей. Возникает задача выбора типа нейросети и определения методики её обучения. Чтобы выбрать тип нейросети, наиболее подходящий для решения сформулированной задачи, необходимо опи-

сать характеристики текстов, для генерирования которых она будет предназначена, и соотнести эти характеристики со свойствами нейросети. Другими словами, необходимо ответить на следующий вопрос: каковы должны быть состав (количество слоев, количество нейронов в каждом слое) и структура нейросети, чтобы она эффективно решала задачи распознавания и генерирования текстов определенной длины и стилистики? Кроме того, необходимо выяснить, какая должна быть методика обучения нейросети в заданных условиях и каков должен быть размер набора данных, на которых она будет обучаться. При этом очевидно, необходимо найти компромисс между сложностью нейросети, как показателем точности решения задачи и затратами времени на её обучение.

Обзор литературы [6–8] показал, что наиболее успешно справляется с поставленной задачей нейросеть типа LSTM (long short-term memory или длинная цепь элементов краткосрочной памяти), являющаяся разновидностью архитектуры рекуррентных нейронных сетей [9].

Для реализации нейросети на уровне кода был выбран язык объектно-ориентированного программирования C#, так как он позволяет упростить выявление ошибок в коде, дорабатывать, внедрять новые функции и классы. Кроссплатформенность C# позволит создавать приложения для операционных систем Android и IOS. Для реализации и отладки программы была выбрана бесплатная полнофункциональная интегрированная среда разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio, позволяющая при определенных ограничениях создавать коммерческие продукты.

Для обучения нейросети потребуется англоязычный словарь размером 10–30 тыс. английских слов. Словарь предполагается сформировать вручную с использованием английских диалогов из открытых источников. Нейросеть должна обучаться с использованием метода обратного распространения ошибки во времени [10], который используется для обновления весов многослойного перцептрона. Количество скрытых слоев нейросети должно составлять один или два. Число нейронов во входном и выходном слоях зависит от количества слов в предложениях. В среднем длина реплик в диалогах разговорного стиля речи составляет не более 15 слов. Поэтому число нейронов во входном и выходном слоях должно составлять по 15 на каждый слой. Количество нейронов в скрытых слоях устанавливается эмпирическим путём.

В ближайшее время планируется реализация LSTM алгоритма нейросети и сборка обученной нейросети во фреймворк самого мобильного приложения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лингвистический программный тренажер для интенсивного изучения английского языка / А.Р. Вафина, Д.А. Вяткин, Е.Н. Кириллова, В.А. Кирсанов // Матер. междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных «Научная сессия ТУСУР – 2021». – С. 168–172 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://storage.tusur.ru/files/146660/2021-2.pdf>, свободный (дата обращения: 07.03.2021).
2. Варпахович Л.В. Лингвистика в таблицах и схемах. – 2-е изд., испр. – Минск: ООО «Новое знание», 2007. – 127 с.
3. Мобильное приложение для тренировки навыков английской речи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elsaspeak.com/en/>, свободный (дата обращения: 07.03.2022).
4. Генератор текста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Генератор_текста, свободный (дата обращения: 07.03.2022).
5. Нейронная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Нейронная_сеть, свободный (дата обращения: 07.03.2022).
6. Элементарные конфигурации нейросетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tproger.ru/translations/neural-network-zoo-1/>, свободный (дата обращения: 07.03.2022).
7. A Neural Network in 11 lines of Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iamtrask.github.io/2015/07/12/basic-python-network/>, свободный (дата обращения: 07.03.2022).
8. The neural network zoo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo/>, свободный (дата обращения: 07.03.2022).
9. Долгая краткосрочная память [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Долгая_краткосрочная_память, свободный (дата обращения: 07.03.2022).
10. Метод обратного распространения ошибки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_обратного_распространения_ошибки, свободный (дата обращения: 07.03.2022).

УДК 004.4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-СИСТЕМЫ ТЕРМИНАЛОВ ПРОДАЖИ КАРТ

*Р.Е. Богачев, студент каф. АСУ; С.А. Селезнев, студент каф. АОИ
Научный руководитель Н.В. Зариковская, доцент каф. АОИ, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР*

Описаны схема реализация части системы, отвечающей за взаимодействие клиента с системой, и стек технологий, используемый на проекте. Особенностью реализуемой системы является взаимодействие между покупателем и оператором с помощью видеосвязи.

Ключевые слова: веб-разработка, веб-системы, архитектура, проектирование, терминалы, карты.

Терминалы продажи карт – это сложная информационная система, реализованная в виде веб-системы, основной задачей которой является продажа карт путём реализации взаимодействия между клиентом и оператором с использованием видеосвязи. В основе реализуемой системы использована клиент-серверная архитектура, состоящая из следующих частей: клиент, администратор, оператор, техник, служба безопасности. В техническом плане система реализована с помощью клиентской части, серверной части и базы данных.

При реализации функционала системы особую роль играет ролевая модель. Данная система предполагает наличие следующих персонажей (ролей): клиент, оператор, администратор, суперадминистратор, техник, служба безопасности. В основном всё взаимодействие отдельных узлов разрешается на уровне ролевой модели.

Основной особенностью системы является непосредственное взаимодействие между покупателем и оператором, как отражено на рис. 1.

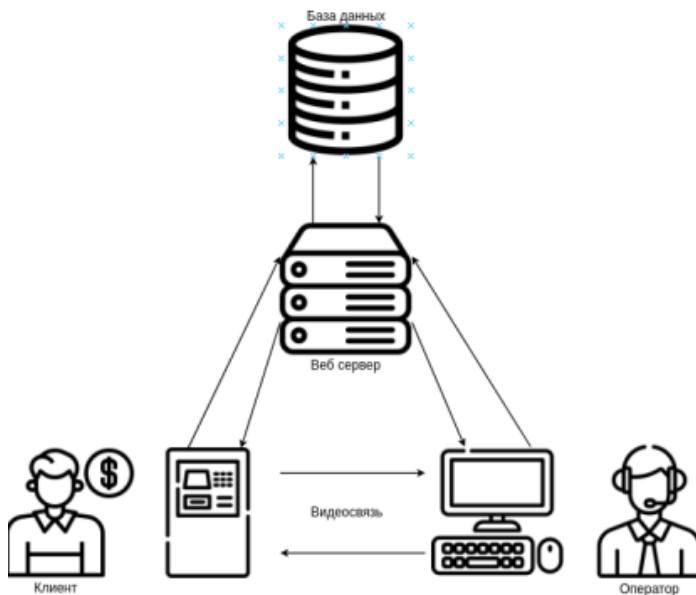


Рис. 1. Взаимодействие покупателя и оператора в системе

Рассмотрим более детально реализацию части системы, отвечающей за взаимодействие клиента с системой. Данная часть выполняет взаимодействие с оператором посредством терминала на протяжении жизненного цикла продажи карты. Поскольку с клиента-оператора в

режиме реального времени приходят сообщения о статусе заявки, необходимо WebSocket-соединение. Подключение к веб-серверу происходит по протоколам HTTPS и WSS. Имеются следующие возможности:

- мониторинг справочников;
- управление сессией с оператором (только своей).

Это позволяет значительно повысить эффективность и скорость процесса продажи карт.

Для удобного и интуитивно понятного взаимодействия пользователя с терминалом предусмотрен графический интерфейс. Он реализован в виде веб-приложения на языке TypeScript [1] с использованием библиотеки React [2].

Для работы терминалу необходима возможность управления специальным оборудованием (датчики, диспенсеры и т.д.). Это управление осуществляется не напрямую, а через специальное приложение, реализованное на языке C# [3] и фреймворке ASP.NET [4]. Для работы с базой данных была выбрана PostgreSQL. Для увеличения портативности системы и её независимости от системы используется контейнеризатор приложений Docker. Вся архитектура была построена, чтобы соответствовать стилю REST, который позволяет реализовать хорошую расширяемость системы и независимость её компонентов. Для реализации веб-сервера использованы язык программирования Python и фреймворк FastAPI. Для реализации видеосвязи оператора и покупателя использовался сервис Voximplant.

Таким образом, можно утверждать, что при реализации системы использованы современные технологии, обладающие большими перспективами при разработке.

ЛИТЕРАТУРА

1. TypeScript [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.typescriptlang.org/> (дата обращения: 02.03.2022).
2. React [Электронный ресурс]. – URL: <https://reactjs.org/> (дата обращения: 02.03.2022).
3. C# [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/> (дата обращения: 02.03.2022).
4. ASP.NET [Электронный ресурс]. – URL: <https://dotnet.microsoft.com/en-us/apps/aspnet> (дата обращения: 02.03.2022).
5. PostgreSQL [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.postgresql.org/> (дата обращения: 02.03.2022).

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ КОРРЕКЦИИ ЯРКОСТИ ПОЛУЧЕННЫХ С БПЛА ИЗОБРАЖЕНИЙ

Д.С. Смирнов, аспирант каф. АСУ

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

г. Томск, ТУСУР, the.smd.public@gmail.com

Рассмотрены методы коррекции яркости изображений, полученных БПЛА. Проведен сравнительный анализ результатов обработки БПЛА-изображений описанными методами.

Ключевые слова: БПЛА, коррекция яркости, вегетационный индекс, свертка, gamma, retinex.

В настоящий момент одной из немаловажных проблем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является задача получения данных о состоянии ее поверхности с достаточно высокой достоверностью. Одна из сторон данной проблемы характеризуется правильным восприятием отражения почвы и растительности, коэффициенты которых применяются при расчетах вегетационных индексов (ВИ). Имеется необходимость коррекции яркости получаемых БПЛА-изображений, поскольку, например, коэффициенты поглощения и излучения растительности связаны со спектральными особенностями, содержанием воды и т.д. Использование изображений без коррекции возможно, но из-за недостаточной достоверности получаемых данных понижается качество как анализа текущего покрова почвы, так и прогноза будущих состояний, связанных не только с вегетационным циклом растений, но и с атмосферными условиями. Таким образом, использование различных методов коррекции яркости для изображений, полученных с БПЛА, а также поиск и разработка наиболее подходящих из них является важной и крайне актуальной задачей.

Существует множество методов коррекции яркости изображений. В данной работе рассмотрены следующие методы: сверточный фильтр, gamma-коррекция, histogram equalization и multiscale retinex, а также выполнена коррекция двух исходных изображений и произведено сравнение результатов.

Сверточное ядро [1] представляет собой некоторое ядро, содержащее в себе набор весов, обычно представленный в виде матрицы. Свертка выполняется на некоторой области пикселей таким образом, что если пиксель, с которым сейчас идут расчеты, отличается достаточно от соседних пикселей, то разница будет усилена. Для достаточно достоверной работы фильтра необходимо подбирать значения матрицы.

Gamma-коррекция основана на степенном преобразовании интенсивностей пикселей изображения и базируется на отношении между численным значением пикселя и его действительной светимостью [2]. Gamma решает проблему большой разницы в яркости участков изображения. Применительно к коррекции БПЛА-изображений остается немаловажным решение данной задачи, поскольку на процесс получения изображений значительно влияют погодные условия в виде облачности, дымки и т.д.

Метод Histogram equalization (HEQ) основывается на использовании гистограммы изображения, представляющей собой распределение интенсивности яркости изображения [3] в виде количества пикселей для каждого рассматриваемого значения интенсивности. Метод позволяет перераспределить общую яркость изображения, что в совокупности с относительно достоверным коэффициентом, основанным на погодных условиях и т.д., позволит провести достаточно точную коррекцию изображения.

Метод multiscale retinex достаточно эффективен в коррекции сильно темных и сильно светлых локальных областей [4]. Коррекция применяется к яркостному каналу изображения, поэтому после его работы необходимо провести восстановление хроматических компонент, например, увеличив контрастность или насыщенность. Данный метод можно применить при коррекции БПЛА-изображений для устранения точечных областей, например, закрытых облачностью или искаженных отражением света от росы.

Для сравнения результатов работы были взяты изображения пшеницы озимой в начале вегетационного периода и на завершающей стадии, сделанные 06.07.2019 и 03.08.2019 на изучаемом поле в Заречном участке 2-м Томской области, на рис. 1 и 2 соответственно. На рис. 3 и 4 изображены графики Greenness-индекса CI [5] для исходного изображения, а также для методов коррекции яркости, описанных в данной работе.



Рис. 1. Изображение 06.07.2019



Рис. 2. Изображение 03.08.2019

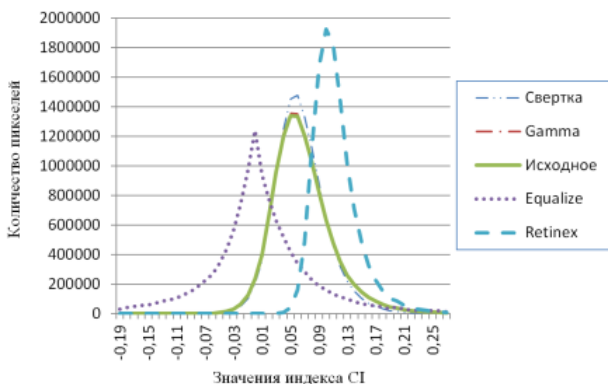


Рис. 3. Графики методов для 06.07.2019

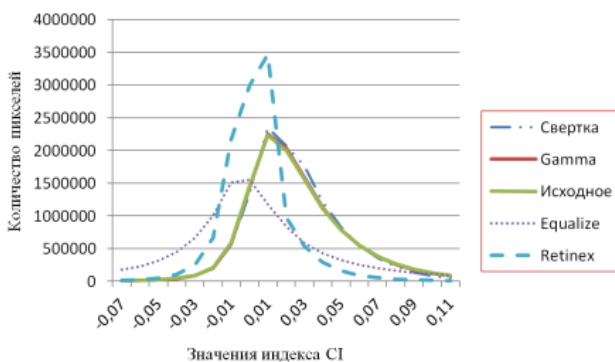


Рис. 4. Графики методов для 03.08.2019

Проанализировав получившиеся данные, представленные на графиках, можно отметить следующие особенности:

- Индекс СИ используется для расчетов общего содержания хлорофилла в листьях. Как известно, в период завершения вегетационного цикла, т.е. в процессе увядания растения, количество хлорофилла уменьшается. Соответственно, данный процесс зафиксирован в процентных соотношениях исходных и скорректированных графиков.

- Из графиков видно, что gamma-коррекция не показала изменений относительно исходных значений, практически так же, как и коррекция сверточным фильтром, которая все же увеличила общую яркость изображения на рис. 1. Метод histogram equalization продемонстрировал улучшенную по сравнению с предыдущими методами эффективность коррекции, изобразив на каждом из графиков значения

яркости меньше, чем на оригинальном изображении. Данный эффект характеризуется тем, что изображения сделаны на широтах, удаленных от экватора, и, соответственно, для нейтрализации разницы в количестве солнечного света скорректированные изображения должны быть темнее исходных. Яркость, полученная методом multiscale retinex, значительно отличается от исходного изображения в сторону усиления, из чего можно сделать вывод, что данный метод не пригоден для использования в виде коррекции изображений с растительностью.

Таким образом, учитывая результаты коррекции яркости изображений БПЛА описанными в данной работе методами можно сделать вывод о том, что поиск и разработка наиболее подходящих методов коррекции на данный момент продолжает оставаться крайне актуальной задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Русские блоги. Ядро фильтра OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russianblogs.com/article/9545671493/>, свободный (дата обращения: 28.02.2022).
2. Что такое коррекция гаммы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cambridgeincolour.com/ru/tutorials-ru/gamma-correction.htm>, свободный (дата: 01.03.2022).
3. Histogram Equalization [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/histogram-equalization-5d1013626e64>, свободный (дата обращения: 03.03.2022).
4. Multiscale Retinex [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/272643640_Multiscale_Retinex, свободный (дата обращения: 05.03.2022).
5. Index DataBase [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.indexdatabase.de/db/i.php>, свободный (дата обращения: 10.03.2022).

УДК 004.415.28

РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА ПО МОНИТОРИНГУ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

И.К. Ступин, студент

Научный руководитель В.В. Соколова, к.т.н.

г. Томск, НИ ТПУ, stupin.il@yandex.ru

Рассматривается разработка веб-сервиса, ориентированного на определение состояния окружающей среды, способного произвести оценку и предоставить необходимую информацию в удобном формате конечному пользователю. Решается задача сбора информации

со специализированного устройства и дорабатывается автоматизация передачи показаний. Осуществлены загрузка и наглядное представление собранных материалов, содержащих данные для экологического мониторинга. Собирается рабочий прототип регистрации уровня AQI, температуры, давления и влажности.

Ключевые слова: веб-сервис, AQI, мониторинг окружающей среды.

На сегодняшний день тема экологического состояния окружающей среды выходит на первый план, многие страны мира, в том числе и Россия, разрабатывают и внедряют системы мониторинга состояния окружающей среды. Например, в Красноярском крае работает система мониторинга воздуха, круглосуточно снимающая концентрации взвешенных частиц PM2.5 и AQI, а также ряд разработок из разных стран, такие как: «CityAir» (Россия), «IQAirmap» (Швейцария), «World's Air Pollution» (Индия) и др. [1–4].

Намерение создания и развертывания таких систем является очень трудоемким процессом, который влечет за собой существенные затраты из региональных и муниципальных бюджетов.

Цель предлагаемой работы – описание и демонстрация реализованных функций/возможностей создаваемого веб-сервиса, имеющая высокую теоретическую и практическую значимость для организаций, проводящих экологический мониторинг.

Анализ степени загрязнения воздуха с помощью индекса качества воздуха. Все мировые экологические государственные органы используют для численной оценки качества воздуха показатель AQI (Air Quality Index) – это числовая шкала, используемая для отчетов о качестве воздуха с точки зрения здоровья человека и окружающей среды, в понятных обозначениях для широкой общественности [5]. Удобства ради введено ранжирование данного показателя. Каждому уровню (категории) присвоен свой цвет, начиная от зеленого, заканчивая черным, где зеленый является безопасным, черный – стихийным бедствием. Для каждой категории риска имеются определенные рекомендации. Высокий уровень AQI означает повышенное загрязнение воздуха и серьезную угрозу для здоровья.

Прибор для измерения качества воздуха и величин влажности, давления и температуры. Сборка прибора для регистрации ранее упомянутых показателей производилась из доступного цифрового датчика и микроконтроллера. В качестве контроллера сетевого интерфейса был выбран микроконтроллер Arduino на плате NodeMCU Lua, в основе которого лежит платформа ESP8266, позволяющая отправлять данные в локальную сеть или интернет при помощи технологии Wi-Fi.

Замеряющим элементом прибора является датчик BME680 от компании Bosch Sensortec, имеющий четыре встроенных сенсора, сре-

ди которых металло-оксидный полупроводник органических летучих веществ [6].

Схема прибора продемонстрирована на рис. 1:

- 1) Arduino NodeMCU Lua – имеет возможность обновлять прошивку через USB, флэш-память на 4 Мбайта;
- 2) BME680 – цифровой датчик окружающей среды.

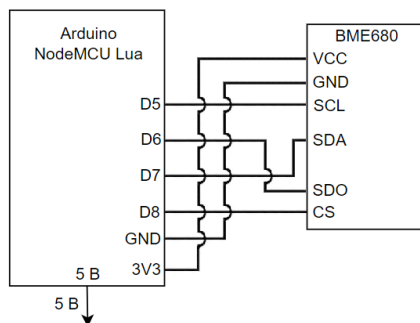


Рис. 1. Принципиальная схема прибора

Интерфейс веб-сервиса для мониторинга состояния окружающей среды. Дизайн пользовательского интерфейса выполнен в стиле, приближенном к минимализму, и полностью адаптивен.

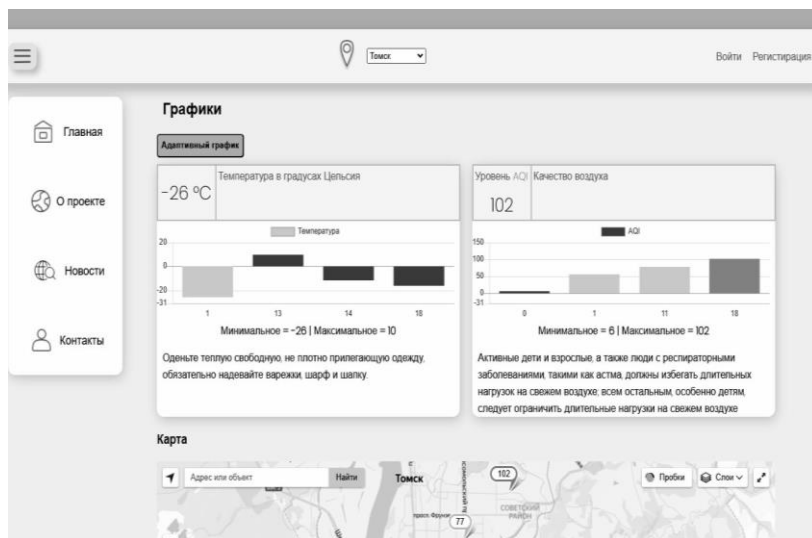


Рис. 2. Интерфейс главной страницы веб-сервиса

Актуальные результаты наблюдений отображаются на виджетах для конкретного города, автоматически определенного веб-сервисом, с дополнительными рекомендациями. В верхней части виджета находится текущее значение показателя на данный момент времени, на графике отрисована динамика изменения показателя за сегодняшний день. В нижней части виджета идет описание основной информации по графику и рекомендация действий. Пользователю доступны следующие элементы на веб-интерфейсе: выбор города из выпадающего списка, для которого построятся соответствующие графики; переход на страницы авторизации и регистрации (рис. 2). Также загрузка и просмотр истории загрузок.

Каждый авторизовавшийся пользователь имеет возможность загрузить данные со своего датчика в CSV-формате, система распарсит данный файл и сохранит его в БД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мониторинг состояния атмосферного воздуха в г. Красноярске [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://air.krasn.ru/>, свободный (дата обращения: 20.02.2022).

2. CityAir – система контроля качества воздуха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cityair.io/ru/>, свободный (дата обращения: 20.02.2022).

3. Анимированная карта качества воздуха в режиме реального времени [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iqair.com/ru/air-quality-map>, свободный (дата обращения: 20.02.2022).

4. Beijing Air Pollution: Real-time Air Quality Index [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aqicn.org/city/beijing/>, свободный (дата обращения: 20.02.2022).

5. Air Quality Index: categories and types of air pollutants [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.conserve-energy-future.com/air-quality-index.php>, свободный (дата обращения: 20.02.2022).

6. BME680 Datasheet, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bosch-sensortec.com/media/boschsensortec/downloads/datasheets/bst-bme680-ds001.pdf>, свободный (дата обращения: 20.02.2022).

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 539.421

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРЕЩИН В КЕРАМИКЕ ИЗ ГИДРОКСИАПАТИТА

Г.В. Белоус, Д.Д. Скоробогатов, студенты каф. КСУП;
А.Е. Резванова, Институт физики прочности и материаловедения
Сибирского отделения Российской академии наук
Научный руководитель А.Н. Пономарев, доцент каф. КСУП, к.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, peremichka256@gmail.com

Построена модель пористого образца керамики из гидроксиапатита с использованием программного пакета Comsol Multiphysics. Проведено моделирование распространения трещин в керамике, получаемых под действием внешней нагрузки.

Ключевые слова: гидроксиапатит, метод конечных элементов, моделирование, COMSOL Multiphysics.

Гидроксиапатит (ГА) является основной минеральной составляющей костных тканей, поскольку имеет близкий с костью фазовый состав [1]. Этот материал широко используется в медицинском материаловедении для реконструкции костных тканей и замещения костных дефектов. Успешное применение ГА также обусловлено его способностью индуцировать регенерацию кости и рост костей на поверхности тканевых имплантатов без промежуточного слоя волокнистой ткани [2]. Но основным недостатком имплантатов из ГА является низкая вязкость разрушения и износостойкость, что ограничивает использование в ортопедическом применении. Однако механические свойства ГА могут быть улучшены за счет усиления некоторыми вторичными материалами, например, углеродными нанотрубками (УНТ), имеющими высокую прочность [3].

В работе [4] была получена композитная керамика на основе ГА с добавлением многостенных УНТ, которые использовались в качестве упрочняющих добавок. Показано, что добавление нанотрубок в содержании до 0,5 масс.% позволяет повысить прочность и твердость керамики ГА, однако трещиностойкость повышает незначительно. Для определения оптимальных прочностных характеристик таких композитов необходимо создание большего количества образцов с варьированием концентраций нанотрубок. Однако этот процесс может быть затруднительным с экспериментальной точки зрения. Эффективнее сначала построить модель материала и провести испытания механических свойств полученной модели, которую можно использовать в качестве дополнительного инструмента, позволяющего снизить количество проводимых экспериментальных процедур.

Для создания модели керамики ГА с добавками МУНТ необходимо решить целый комплекс задач по моделированию структуры композитного материала, а также исследуемых физико-механических процессов.

В рамках данной работы выполнено построение компьютерной модели керамического материала, состоящего из гидроксипатитовой матрицы без добавления нанотрубок, а также моделирование процесса разрушения данной керамики, в частности, моделирование распространения трещин под воздействием внешних нагрузок, в зависимости от количества содержащихся пор в образце, так как пористость оказывает влияние на трещиностойкость материала [5].

Моделирование было проведено в программном пакете COMSOL Multiphysics – программное обеспечение (ПО) для анализа конечных элементов, решения и моделирования различных задач физики и мультифизики. В COMSOL анализ реализован с помощью метода конечных элементов (МКЭ), для некоторых задач также используется метод граничных элементов (МГЭ). ПО, использующее МКЭ, предоставляет широкий спектр возможностей моделирования для контроля сложности и точности анализа системы. Как правило, чем больше элементов в сетке, тем точнее решение дискретизированной задачи. Таким образом, можно увеличить концентрацию элементов в местах предполагаемой деформации или изгиба, или наоборот, уменьшить количество элементов для уменьшения вычислений.

В данной работе была построена 2D-модель образца для снижения времени расчетов. Структура образца задана с использованием встроенных инструментов задания геометрии, с помощью которых были определены габариты образца, количество, размер и расположение пор. При построении модели образца была выделена область

вдоль предположительной траектории распространения трещин для увеличения концентрации сетки в ней. В модели образца был задан материал $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ Calcium hydroxyapatite, взятый из встроенной библиотеки, а для расчетов механических свойств материала были определены модуль Юнга 80 ГПа [6] и коэффициент Пуассона 0,2 [7]. На следующем шаге механика разрушения твердого тела была реализована в модуле «Механика конструкций», образец был зафиксирован в пространстве, определены вектор и сила нагрузки. Для вывода полученных результатов был настроен встроенный решатель, в результате расчётов которого получена траектория прохождения трещин в образцах с одной и несколькими порами (рис. 1).

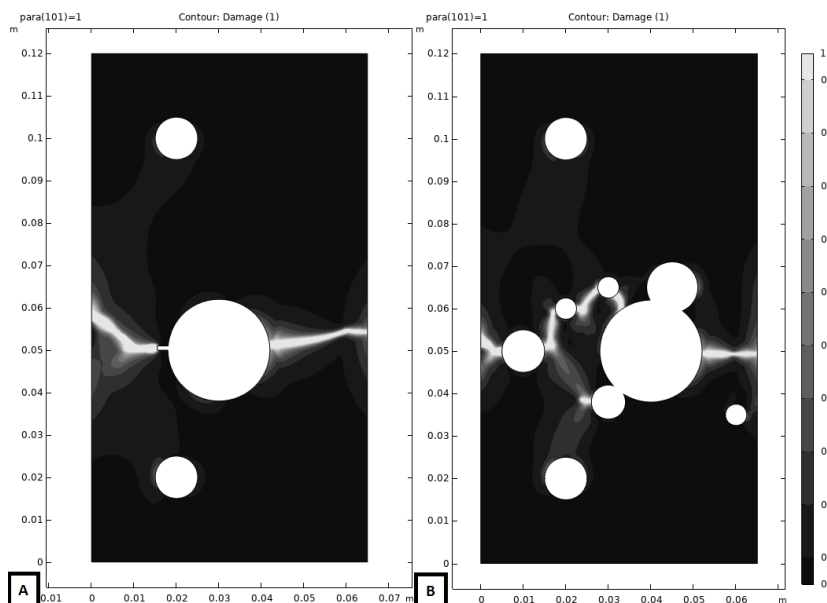


Рис. 1. Модели керамических образцов из ГА с одной (А) и несколькими порами (В)

Как видно из полученных результатов на рис. 1, траектория трещин проходит через поры в образцах, и с увеличением пор возрастает количество путей развития трещин. Следовательно, энергия распространения трещины рассеивается, что приводит к увеличению вероятности разрушения материала. Результаты данной работы являются первым шагом (предварительным этапом) к моделированию физико-механических свойств двухфазных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Suchanek W., Yoshimura M. Processing and properties of hydroxyapatite-based biomaterials for use as hard tissue replacement implants // Journal of materials research. – 1998. – Vol. 13(1). – P. 94–117.
2. White A.A., Best S.M., Kinloch I.A. Hydroxyapatite–carbon nanotube composites for biomedical applications: a review // International Journal of Applied Ceramic Technology. – 2007. – Vol. 4(1). – P. 1–13.
3. AAn L.B., Feng L.J., Lu C.G. Mechanical properties and applications of carbon nanotubes // Advanced Materials Research. – 2011. – Vol. 295. – P. 1516–1521. Trans Tech Publications Ltd.
4. Barabashko M.S., Tkachenko M.V., Neiman A.A., Ponomarev A.N., Rezanova A.E. Variation of Vickers microhardness and compression strength of the bioceramics based on hydroxyapatite by adding the multi-walled carbon nanotubes // Applied Nanoscience. – 2020). – Vol. 10(8). – P. 2601–2608.
5. Rezanova A.E., Barabashko M.S., Tkachenko M.V., Ponomarev A.N., Neiman A.A., Belosludtseva A.A. // Experimental measurements and calculation of fracture toughness coefficient of a hydroxyapatite composite with small concentrations of additives of multi-walled carbon nanotubes. AIP Conference Proceedings. – 2020, December. – Vol. 2310(1). – P. 020277. AIP Publishing LLC.
6. Баринов С.М., Комлев В.С. Биокерамика на основе фосфатов кальция. – М.: Наука, 2005. – С. 92–93.
7. Муслов С.А. и др. Коэффициент Пуассона твердых тканей зуба. – Томск: Изд. дом ТГУ, 2018. – С. 78–80.

УДК 621.315

ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

И.В. Ковкин, студент каф. КСУП

Научный руководитель Ю.А. Кремзуков, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, ilya.kovkin@yandex.ru

Описан процесс входных испытаний энергопреобразующей аппаратуры. Рассмотрена структура системы электропитания космического аппарата. Приведен способ программно-аппаратной реализации контроля сопротивления изоляции.

Ключевые слова: система электропитания, энергопреобразующая аппаратура, контроль сопротивления изоляции, автоматизированная система контроля, наземная обработка.

Одной из важнейших подсистем космического аппарата (КА), обеспечивающих его работоспособность, является система электропитания (СЭП). Срок активного существования и показатели эффектив-

ности КА во многом определяются качеством энергоснабжения его платформы и бортовой аппаратуры. Зачастую к аварийным ситуациям приводят невыявленные до полета дефекты, возникшие при проектировании или изготовлении энергопреобразующей аппаратуры (ЭПА) [1]. Поскольку мощность СЭП и срок активного существования КА с каждым годом неизменно увеличиваются, повышаются и требования к надежности ЭПА. В связи с этим необходимо проводить этап наземной отработки бортовых систем КА, при которой проверяются как отдельные блоки СЭП, так и весь комплекс электрооборудования.

Для проведения подобных испытаний используются специализированные программно-аппаратные комплексы, обладающие высокой скоростью обработки информации и соответствующие установленной мощности СЭП КА [2]. При этом используется метод имитационно-физического моделирования, когда отдельные элементы СЭП заменяются силовыми энергопреобразующими имитаторами, приближенные по своим вольт-амперным и частотным характеристикам к реальным элементам СЭП. Совместная работа имитаторов элементов и ЭПА в единой системе обеспечивается автоматизированной системой контроля энергопреобразующей аппаратуры (АСК ЭПА). Она позволяет наблюдать и контролировать процесс входных испытаний силовой аппаратуры КА, а также проводить экспериментальную отработку СЭП с использованием контрольно-испытательного оборудования.

СЭП КА включает в себя следующее оборудование:

- солнечная батарея (СБ, БС);
- аккумуляторная батарея (АБ);
- бортовая нагрузка;
- энергопреобразующая аппаратура (ЭПА).

ЭПА обеспечивает совместную работу источника (СБ) и накопителя (АБ) электрической энергии с целью питания бортовой аппаратуры электрической энергией, образуя тем самым основу всей СЭП КА.

Одной из функций АСК является измерение сопротивления изоляции подключаемых шин питания для защиты АСК и СЭП от пробоя или недопустимого снижения сопротивления изоляции.

Устройство контроля изоляции (УКИ) обеспечивает мониторинг значений сопротивления изоляции в реальном времени и автоматическую защиту от нарушения целостности или деградации изоляции в рамках единой системы АСК. Оно представляет собой программно-аппаратное решение, позволяющее на основе измерений нескольких различных напряжений определить соответствующую величину сопротивления изоляции и обмениваться данными с верхним уровнем АСК ЭПА.

Для получения значения сопротивления в УКИ используется алгоритм трех отсчетов вольтметра, который основан на измерении следующих величин: напряжение шины питания, напряжение между корпусом и положительной шиной, напряжение между корпусом и отрицательной шиной. Данный способ определения сопротивления изображен на рис. 1.

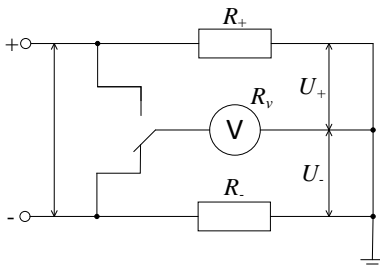


Рис. 1. Способ определения сопротивления изоляции методом трех отсчетов вольтметра

Далее на основе полученных значений производится расчет величин сопротивления изоляции отдельных полюсов сети по следующим формулам:

$$R_+ = R_v \left(\frac{U - U_+}{U_-} - 1 \right); \quad R_- = R_v \left(\frac{U - U_-}{U_+} - 1 \right),$$

где R_+ – сопротивление изоляции относительно положительной шины; R_- – сопротивление изоляции относительно отрицательной шины; R_v – внутреннее сопротивление вольтметра; U – выходное напряжение СЭП; U_+ – напряжение между положительной шиной и корпусом; U_- – напряжение между отрицательной шиной и корпусом.

Данный метод позволяет добиться высокой точности измерения, однако требует вычислений, которые реализуются в УКИ. Измерения сопротивления изоляции проводятся в одном из трех диапазонов: 100 кОм, 1 и 10 Мом.

Информация о сопротивлении изоляции и состоянии УКИ передается в АСК ЭПА по цифровому интерфейсу. Далее эта информация поступает на верхний уровень автоматизированной системы, где располагается рабочее место оператора испытаний СЭП. Полученные от УКИ данные архивируются вместе с сигнальной, телеметрической и другой информацией, полученной АСК в процессе входного контроля энергопреобразующих устройств.

Использование УКИ в составе АСК ЭПА позволяет с наименьшими затратами рабочего времени расширить область исследования и

настройки блоков СЭП, а также произвести полный контроль сопротивления изоляции силовых линий СЭП КА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куренков В.И. Надёжность изделий и систем ракетно-космической техники: электронный курс лекций / В.И. Куренков, В.В. Волоцуев. – Самара: Самар. гос. аэрокосмический ун-т, 2010. – 55 с.

2. Казанцев Ю.М. Автоматизированная система контроля энергопреобразующей аппаратуры СЭП КА / Ю.М. Казанцев, Ю.А. Кремзуков // Известия Том. политехн. ун-та. Энергетика. – 2009. – Т. 314, № 4. – С. 138–141.

УДК 539.217.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

*Д.Д. Скоробогатов, Г.В. Белоус, студенты каф. КСУП;
А.Е. Резванова, Институт физики прочности и материаловедения
Сибирского отделения Российской академии наук
Научный руководитель А.Н. Пономарев, доцент каф. КСУП, к.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, danilskor2000@mail.ru*

Построена модель керамики из гидроксиапатита с использованием программного пакета Comsol Multiphysics. Проведено моделирование пор в структуре материала в диапазоне диаметров, соответствующих экспериментальным данным.

Ключевые слова: гидроксиапатит, метод конечных элементов, моделирование, COMSOL Multiphysics, пористость.

Гидроксиапатит (ГА) является основным минеральным компонентом зубов и костей. Керамика ГА не проявляет никаких цитотоксических эффектов, обладает отличной биосовместимостью с твердыми тканями, а также с кожей и мышечными тканями. Более того, ГА может напрямую связываться с костью. Однако физико-механические свойства данного материала, особенно во влажной среде, не соответствуют свойствам кости. В частности, керамика из ГА имеет более низкие значения прочности и трещиностойкости, чем костная ткань [1].

В работе [2] была получена композитная керамика на основе ГА с добавлением многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ), которые использовались в качестве упрочняющих добавок. В результате добавления 0,5 масс. % МУНТ в ГА пористость уменьшилась примерно на 25%, также увеличилась прочность на сжатие и микротвердость. Однако при добавлении данной концентрации МУНТ не наблюдалось значительного повышения трещиной стойкости кости [3].

Для упрощения подбора нужной концентрации МУНТ в композите эффективнее применять компьютерное моделирование, чем создавать и исследовать различные образцы. В рамках данной работы на первом этапе рассматривается моделирование структуры пористого материала ГА для нахождения оптимальных характеристик с целью дальнейшего создания более сложной модели с добавлением нанотрубок.

Моделирование было проведено в программном пакете COMSOL Multiphysics – это кроссплатформенное программное обеспечение (ПО) для анализа методом конечных элементов (МКЭ), решателя и мультифизического моделирования. Он позволяет использовать обычные пользовательские интерфейсы, основанные на физике, и связанные системы дифференциальных уравнений в частных производных (УЧП). ПО, использующее МКЭ, предоставляет широкий спектр возможностей моделирования для контроля сложности и точности анализа системы. Также данное ПО имеет встроенный конструктор приложений на базе языка программирования Java, что позволяет не только моделировать течение различных физических процессов, но также быстро и удобно изменять различные параметры при моделировании. Так, например, в программе можно задавать различное количество пор для увеличения или уменьшения пористости материала, для того чтобы модель была максимально приближена к реальным образцам.

Для моделирования пористого материала был создан цилиндр, в котором вырезаны поры со случайными диаметрами в заданном диапазоне от 0,1 до 1 мкм с распределением, соответствующим экспериментальным данным. Изображение пористой структуры ГА, полученное с помощью сканирующего электронного микроскопа, представлено на рис. 1 [4].

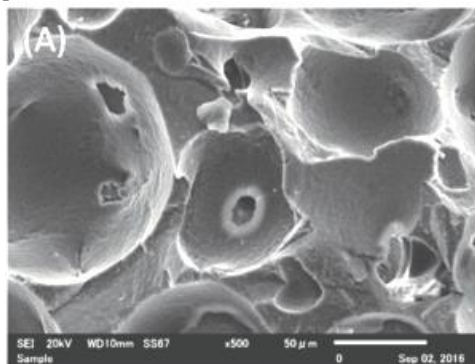


Рис. 1. Пористая структура ГА, полученная с помощью сканирующего электронного микроскопа

Распределение пор по размерам представлено на рис. 2 [5].

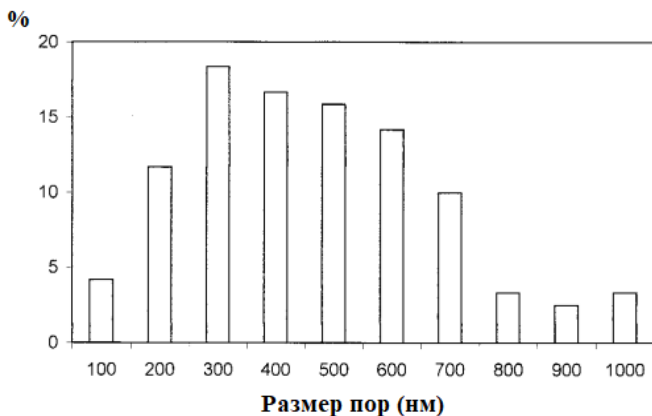


Рис. 2. Распределение пор по размерам в ГА

Поры были заданы в случайном месте, но не на поверхности цилиндра, так как при спекании поверхность биокompозитной керамики выравнивается. После этого были построены конечные элементы во всем объеме материала, кроме пор для дальнейших физических вычислений, в том числе был вычислен коэффициент пористости. Результат построения модели пористой керамики представлен на рис. 3.

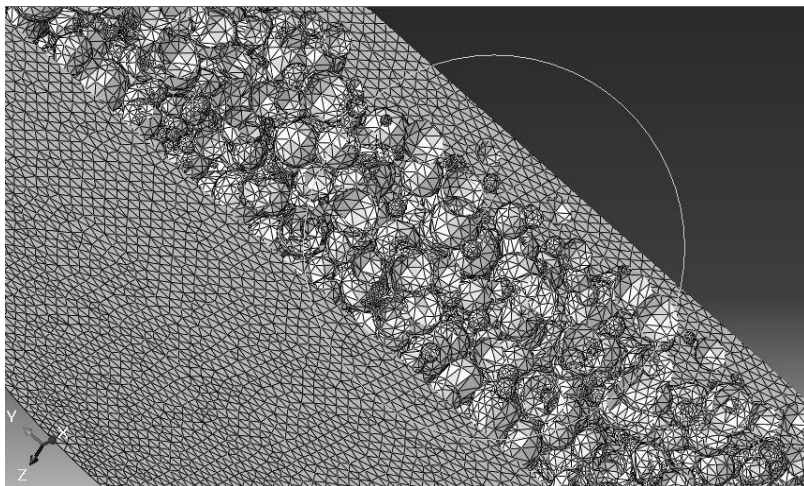


Рис. 3. Модель пористой структуры ГА

В результате использования метода конечных элементов, используя программный пакет COMSOL Multiphysics, была создана модель пористого керамического образца ГА в виде цилиндра с размерами пор от 0,1 до 1 мкм в количестве 4 000. В результате чего у цилиндра высотой 10 мкм и диаметром 20 мкм получился коэффициент пористости ~29% при заданном количестве пор. К данной модели можно применять различные виды механического воздействия, например, чтобы исследовать трещиностойкость. Также можно моделировать малые добавки МУНТ в структуру материала для анализа влияния их концентрации на физико-механические свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Suchanek W., Yoshimura M. Processing and properties of hydroxyapatite-based biomaterials for use as hard tissue replacement implants // *Journal of Materials Research*. – 1998. – Vol. 13(1). – P. 94–117.

2. Barabashko M.S., Tkachenko M.V., Neiman A.A., Ponomarev A.N., Rezvanova A.E. Variation of Vickers microhardness and compression strength of the bioceramics based on hydroxyapatite by adding the multi-walled carbon nanotubes // *Applied Nanoscience*. – 2020. – 10(8). – P. 2601–2608.

3. Rezvanova A.E., Barabashko M.S., Tkachenko M.V., Ponomarev A.N., Neiman A.A., Belosludtseva A.A. Experimental Measurements and calculation of fracture toughness coefficient of a hydroxyapatite composite with small concentrations of additives of multi-walled carbon nanotubes // *AIP Conference Proceedings*. – 2020. – Vol. 2310(1). – P. 020277. – AIP Publishing LLC.

4. Doi K., Abe Y., Kobatake R., Okazaki Y., Oki Y., Naito Y., Tsuga K. Novel Development of Phosphate Treated Porous Hydroxyapatite // *Materials*. – 2017. – Vol. 10(12). – P. 1405.

5. Li S.H., Wijn J.R., Layrolle P., Groot K. Novel Method to Manufacture Porous Hydroxyapatite by Dual-Phase Mixing // *Journal of the American Ceramic Society*. – 2003. – Vol. 86(1). – P. 65–72.

СЕКЦИЯ 4

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ПОДСЕКЦИЯ 4.1

МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

*Председатель – Шелупанов А.А., президент ТУСУРа,
директор ИСИБ, д.т.н., проф.;*
зам. председателя – Новохрѣстов А.К., доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

УДК 004.056.53

СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ: СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОДХОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

А.Д. Аlishaibi, М.М. АльАни, А.Я. Аль-Азави, аспиранты

Научный руководитель А.А. Конев, доцент, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, каф. КИБЭВС, alshaibi@fb.tusur.ru

Система обнаружения вторжений (СОВ) является одним из инструментов, которые предотвращают возможные вторжения в сеть. Системы СОВ на основе машинного обучения (МО) и глубокого обучения (ГО) развертываются в качестве потенциальных решений для эффективного обнаружения вторжений в сеть. В статье освещаются основные направления и тенденции исследований в этой области.

Ключевые слова: глубокое обучение, машинное обучение, обнаружение аномалий, сетевая безопасность.

Одним из инструментов защиты от сетевых угроз информационной безопасности [1] являются СОВ. Эффективность СОВ на базе нейронной сети сильно зависит от обучения с использованием подходящего набора данных. Для моделей МО алгоритм можно обучить с использованием небольшого набора данных для достижения лучших

результатов. Однако в случае большого набора данных МО не подходит, если набор данных не зафиксирован. Но в то же время методы ГО предпочтительны для больших баз данных. Указанные методы исследования изучают и извлекают полезные шаблоны из необработанных наборов данных. Чтобы сделать СОВ эффективной в обнаружении новых атак, её необходимо регулярно дополнять новыми данными, полученными в результате мониторинга сетевого трафика [2].

Большие базы данных и характер алгоритмов ГО делают этот процесс более ресурсоёмким с точки зрения вычислительных ресурсов и затрат времени. Чем лучше обучена модель СОВ, тем эффективнее она будет обнаруживать вторжения. В таблице показаны плюсы и минусы некоторых из изученных подходов.

Плюсы и минусы некоторых изученных подходов

Исследование	Плюсы	Минусы
A deep learning approach for intrusion detection using recurrent neural networks [2]	Предлагается СОВ на основе модели RNN, которая обеспечивает более высокую производительность с точки зрения точности обнаружения с использованием алгоритмов МО	Модель имеет повышенную сложность и требует больше времени на обучение. Используется устаревший набор данных NSL-KDD для оценки модели
Deep learning-based intrusion detection with adversaries [3]	Изучено влияние СОВ на основе DNN на злоумышленников и оценены современные алгоритмы атак против обнаружения вторжений на основе ДНС в наборе данных NSL-KDD	Использование устаревшего набора данных NSL-KDD для целей проверки
An empirical evaluation of deep learning for network anomaly detection [4]	Использование DBN и ансамбля SVM для обнаружения аномального поведения распределенным способом. DBN используется для извлечения признаков, которые затем передаются ансамблю SVM, и, наконец, механизм голосования используется для прогнозирования	Модель сложная, и время обучения немного увеличивается для более глубоких слоев

В большинстве рассмотренных решений модели тестируются с использованием устаревших наборов данных, таких как KDD Cup'99 и NSL-KDD [3]. В некоторых решениях производительность модели, показывающая отличные результаты для устаревших баз данных, снижается для новых и недавно предложенных баз данных при атаке с

меньшим количеством выборок для обучающего набора данных. Эта проблема дисбаланса классов влияет на скорость обнаружения и точность для этих классов атаки меньшинства, которые требуют дальнейшего внимания. Кроме того, мы заметили, что некоторые методологии довольно сложны и в конечном итоге требуют большего времени для обучения модели. Мы наблюдаем компромисс между сложностью модели и глубиной структурой методов глубокого обучения. Чем глубже алгоритм, тем сложнее будет модель, и, следовательно, она потребует больше времени и вычислительных ресурсов. Таким образом, интеллектуальный выбор полезных функций для обучения модели в конечном итоге устранит этот недостаток. Из рассмотренных статей делается вывод, что в течение последних трех лет исследователи сосредоточились на инструментах глубокого обучения для разработки системы COB, как показано на рис. 1.

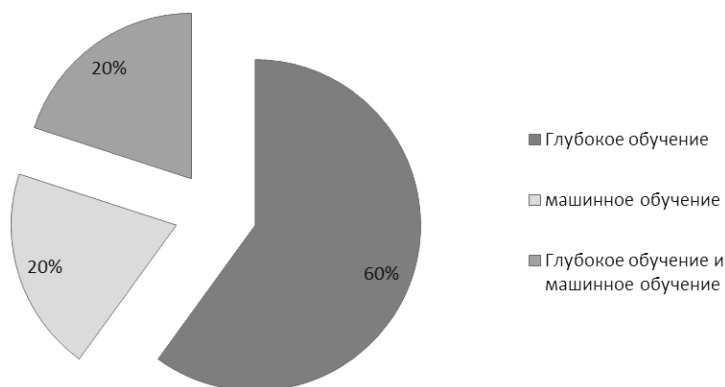


Рис. 1. Распространение подходов

Отмечено, что 60% предлагаемых подходов основано исключительно на подходах ГО, 20% – на гибридном подходе, включающем комбинацию алгоритмов на основе МО и ГО, и только 20% – на методах МО. Отмечено, что четыре наиболее часто используемых алгоритма – это autoencoder, deep neural network (DNN), convolutional neural network (CNN) и recurrent neural network (RNN), соответственно, которые по своей природе являются ГО. Затем в список входят подходы на основе МО, такие как radio-frequency (RF) и support-vector machine (SVM), которые в основном используются в гибридном дизайне для поддержки и улучшения алгоритмов на основе ГО. Кроме того, алгоритмы на основе МО, такие как decision tree (DT), k-nearest neighbors (KNN), используются реже [4].

Заключение. Обзор современных статей по СОВ представлен путём обсуждения возможных плюсов и минусов предлагаемых подходов. Представлены последние тенденции моделирования СОВ на основе МО и ГО с точки зрения предлагаемых подходов, показателей оценки и выбора набора данных. На основе недостатков предложенных методов выделена проблема исследования по улучшению СОВ на основе МО и ГО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Shelupanov A., Konev A., Kosachenko T., Dudkin D. Threat Model for IoT Systems on the Example of OpenUNB Protocol // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. – 2019. – Vol. 7, № 9. – P. 283–290.
2. Yin C. et al. A deep learning approach for intrusion detection using recurrent neural networks // IEEE Access. – 2017. – Vol. 5. – P. 21954–21961.
3. Wang Z. Deep learning-based intrusion detection with adversaries // IEEE Access. – 2018. – Vol. 6. – P. 38367–38384.
4. Malaiya R.K. и др. An empirical evaluation of deep learning for network anomaly detection // IEEE Access. – 2019. – Vol. 7. – P. 140806–140817.

УДК 004.056.5

АТАКА, НАРУШАЮЩАЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ И ЦЕЛОСТНОСТЬ ИНФОРМАЦИИ В АСУ ТП НА ОСНОВЕ ОТКРЫТОГО ПОРТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОТОКОЛА MODBUS TCP

К.И. Цимбалов, В.А. Мосейчук, инженеры;

Д.С. Брагин, ст. преп. каф. ТОР

*Научный руководитель А.А. Конев, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, mva@csp.tusur.ru*

Рассмотрена атака, направленная на нарушение конфиденциальности и целостности информации, в рамках функционирования АСУ ТП с применением утилиты «Metasploit Framework».

Ключевые слова: АСУ ТП, злоумышленник, Modbus, Metasploit Framework.

В настоящее время в связи со сложившейся геополитической ситуацией различные отрасли, функционирующие в Российской Федерации, подвергаются атакам со всего мира.

В частности, произошел рост атак на объекты критической информационной инфраструктуры (КИИ) [1].

По данным [2], на текущий момент в Российской Федерации функционируют около десяти тысяч объектов КИИ, которые относятся к категории особо значимых.

Выведение из строя даже 10% объектов КИИ может принести огромный ущерб как в экономическом плане, так и в плане безопасности граждан и страны в целом. При проведении атак на инфраструктуру КИИ злоумышленники могут использовать различные способы нарушения информационной безопасности АСУ ТП [3]. В рамках текущей работы рассматривается атака, направленная на использование уязвимости открытого порта при использовании протокола передачи данных Modbus TCP.

Протокол Modbus TCP позволяет передавать данные от программируемых логических контроллеров (ПЛК) на уровень SCADA системы. Недостатком текущего протокола является отсутствие возможности шифрования данных, а также аутентификации [4]. Как следствие, злоумышленник, имея несанкционированное подключение, может перехватывать данные, передаваемые от ПЛК, на уровень выше.

Для проведения атаки была организована локальная сеть, в которой передавались данные между ПЛК и SCADA-системой. Злоумышленник производил попытку внедрения в канал связи с целью несанкционированного чтения и изменения информации (рис. 1). При настройке передачи данных по протоколу Modbus TCP в ПЛК был открыт порт, который использовался для реализации атаки.

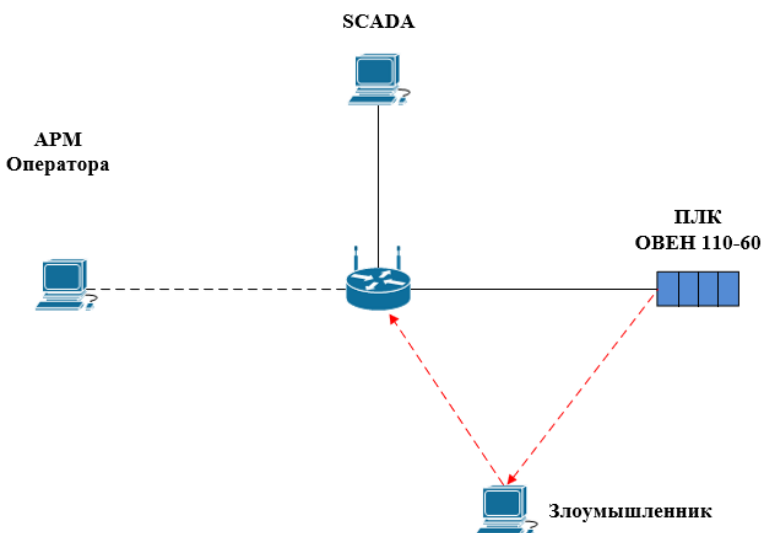


Рис. 1. Схема атаки

В качестве утилиты для проведения атаки использовался фреймворк для тестирования сетей и протоколов «Metasploit Framework».

На рис. 2-4 представлены результаты реализации атаки, при которых производилось несанкционированное чтение и изменение регистров ПЛК соответственно.

```
msf6 auxiliary(scanner/scada/modbusclient) > set rhost 192.168.100.111
rhost => 192.168.100.111
msf6 auxiliary(scanner/scada/modbusclient) > set data_address 0
data_address => 0
msf6 auxiliary(scanner/scada/modbusclient) > run
[*] Running module against 192.168.100.111

[*] 192.168.100.111:502 - Sending READ HOLDING REGISTERS ...
[+] 192.168.100.111:502 - 1 register values from address 0 :
[+] 192.168.100.111:502 - [0]
[*] Auxiliary module execution completed
msf6 auxiliary(scanner/scada/modbusclient) > █
```

Рис. 2. Несанкционированное чтение регистра ПЛК

```
msf6 auxiliary(scanner/scada/modbusclient) > set action WRITE_REGISTER
action => WRITE_REGISTER
msf6 auxiliary(scanner/scada/modbusclient) > set data_address 0
data_address => 0
msf6 auxiliary(scanner/scada/modbusclient) > set data 1
data => 1
msf6 auxiliary(scanner/scada/modbusclient) > run
[*] Running module against 192.168.100.111

[*] 192.168.100.111:502 - Sending WRITE REGISTER ...
[+] 192.168.100.111:502 - Value 1 successfully written at registry address 0
[*] Auxiliary module execution completed
msf6 auxiliary(scanner/scada/modbusclient) > █
```

Рис. 3. Несанкционированное изменение регистра ПЛК

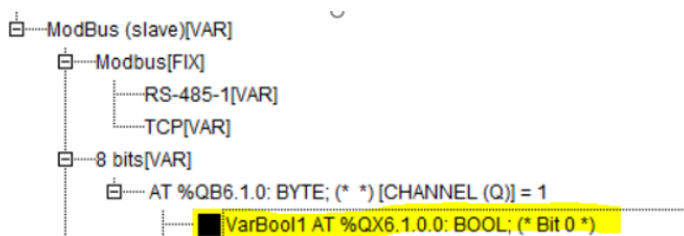


Рис. 4. Результат несанкционированного изменения регистра ПЛК

По результатам проведения атаки можно сделать вывод о том, что при использовании промышленного протокола Modbus TCP особое внимание необходимо уделять настройке сетевых параметров, так как использование одного незакрытого порта позволит злоумышленнику получить контроль над системой.

Также следует использовать программные средства защиты информации, например Open VPN. Помимо программных средств, возможно использование программно-аппаратного комплекса, такого как ViPNet SIES Core.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кибервойна без конца [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.comnews.ru/content/219205/2022-03-11/2022-w10/kibervoyna-bez-konca>, свободный (дата обращения: 13.03.2022).
2. Число атак на объекты КИИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.interfax.ru/russia/806997>, свободный (дата обращения: 14.03.2022).
3. Цимбалов К.И., Брагин Д.С. Анализ способов нарушения информационной безопасности автоматизированной системы управления технологическими процессами // Матер. конф. МНПК «ЭСиСУ–2021».
4. MODBUS/TCP Security: [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://modbus.org/docs/MB-TCP-Security-v21_2018-07-24.pdf, свободный (дата обращения: 14.03.2022).

УДК 004

МОДЕЛЬ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

***В.В. Губарев, адъюнкт Краснодарского высшего военного училища
им. С.М. Штеменко***

Научный руководитель И.Д. Королев, проф.

Краснодарского ВВУ, д.т.н.

г. Краснодар, КВВУ, vladuha79@mail.ru

Рассматривается модель единого информационного пространства специализированной автоматизированной системы.

Ключевые слова: единое информационное пространство, автоматизированная информационная система, информация ограниченного доступа, множества.

Одной из основных задач развития системы государственного управления определено широкое применение новых технологий и создание на их основе информационно-аналитических систем. Поставлена задача по достижению «цифровой зрелости» [1, 2].

Важнейшим направлением деятельности различных организаций является защита информации ограниченного доступа (далее – ИОД) [3]. Основой данной деятельности является процедура допуска работников к подобного рода информации (изучение автобиографических данных и медицинских показателей и др.).

В настоящее время активно внедряются специализированные автоматизированные информационные системы (далее – САИС), позволяющие реализовывать данные функции и упрощающие деятельность подразделений, занимающихся защитой ИОД. При этом они зачастую функционируют автономно, в рамках отдельных подразделений (в лучшем случае – организаций), что существенно снижает их эффективность.

Таким образом, является актуальной задача по повышению эффективности функционирования САИС, одним из путей решения которой является создание единого информационного пространства (далее – ЕИП). ЕИП САИС должна формироваться на базе организации, в которой функционируют подразделение по защите информации (далее – ЗИ), кадровый орган и другие подразделения, штатные должности в которых предусматривают допуск к ИОД.

Организация может осуществлять взаимодействие с государственными органами исполнительной власти и медицинскими учреждениями с целью выявления оснований для отказа работникам в допуске к ИОД (рис. 1).

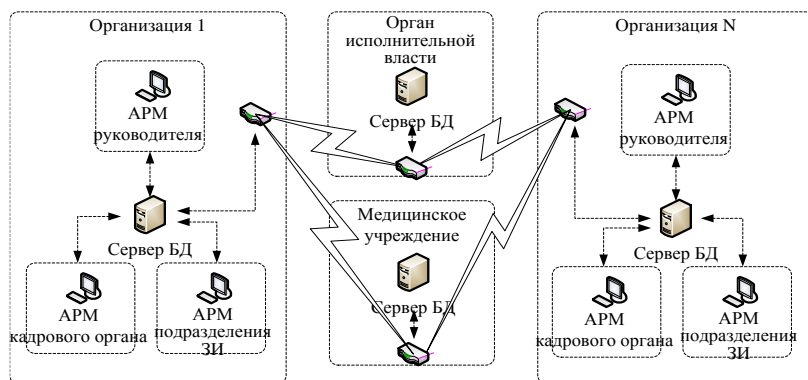


Рис. 1. Единое информационное пространство специализированной автоматизированной информационной системы

Структурированное изображение функций САИС, а также информации и объектов, связывающих эти функции, представляется в виде функциональной модели, построенной с использованием методологии IDEF0, основанной на методе структурного анализа и проектирования SADT [5, 6]. Контекстная диаграмма данной модели представлена на рис. 2 [7].



Рис. 2. Контекстная диаграмма САИС

Модель ЕИП САИС ИОД представляет собой совокупность множеств

$$E = \{S_E, O_E, R_E, T_E\},$$

где S_E – множество сущностей ЕИП САИС ИОД; O_E – множество операций (отношений) между сущностями ЕИП САИС ИОД; R_E – множество требований нормативных правовых актов, регламентирующих отношения между сущностями ЕИП САИС ИОД; T_E – множество времен, затрачиваемых на выполнение операций между сущностями.

На основе построенной модели ЕИП САИС ИОД планируется провести детализацию и алгоритмизацию протекающих процессов, что в дальнейшем позволит повысить эффективность функционирования системы за счет повышения уровня информационной поддержки деятельности заинтересованных подразделений (должностных лиц) путем обеспечения оперативного доступа к необходимой информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г.: указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 // Российская газета. – 2020, 22 июля.
2. Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы: Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 // Российская газета. – 2017, 15 мая.
3. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ // Собрание законодательства. – 2006. – № 31, ст. 3448.

4. Р50.1.028–2001. Методология функционального моделирования. – М.: Госстандарт России, 2000.

5. Функциональное моделирование на базе стандарта IDEF0: метод. указания / сост. Д.Ю. Киселев, Ю.В. Киселев, А.В. Вавилин. – Самара: Изд-во СГАУ, 2014. – 20 с.

6. Губарев В.В. Построение автоматной модели системы допуска к государственной тайне на основе IDEF0-модели // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2021. – № 4(36). – С. 77–82. DOI: <https://doi.org/10.37468/2307-1400-2021-4-77-82>.

УДК 004.056

СЛОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ

Д.С. Милько, аспирант каф. ИСиЗИ

*Научный руководитель А.В. Данеев, проф. каф. ИСиЗИ, д.т.н.
г. Иркутск, ИрГУПС, dmitry.s.milko@gmail.com, daneev@mail.ru*

Изложены трудности, связанные с автоматизацией процедуры оценки угроз безопасности информации методом разработки соответствующей экспертной системы. Описаны ключевые способы решения, позволяющие преодолеть указанные трудности для решения задачи автоматизации в соответствии с действующими требованиями ФСТЭК России.

Ключевые слова: угрозы безопасности информации, модель угроз, экспертная система, автоматизация.

В настоящее время среди специалистов в области защиты информации достаточно остро обозначена проблема оценки угроз с использованием Методики оценки угроз безопасности информации, введенной в действие Федеральной службой по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК) России 05 февраля 2021 г. (далее – Методика) [1]. Указанная Методика предусматривает возможность автоматизации процедуры оценки угроз безопасности информации.

Однако на отечественном рынке информационной безопасности в настоящее время отсутствуют готовые программные продукты, позволяющие провести качественную оценку угроз безопасности информации с использованием Банка данных угроз (БДУ) [2] для конкретного объекта информатизации. В связи с этим было решено разработать экспертную систему оценки угроз безопасности информации. Разработка экспертной системы в качестве метода решения задачи оценки угроз обоснована по нескольким причинам [3]:

– решение задачи автоматизации оценки угроз способно принести значительный эффект;

– число экспертов, способных провести оценку угроз, ограничено и в настоящее время недостаточно для решения задачи без применения методов автоматизации;

– оперативная передача информации между экспертами осложнена по причине конфиденциальности сведений такого рода.

При решении задачи автоматизации оценки угроз безопасности информации по существующей Методике с использованием БДУ ФСТЭК России возник ряд трудностей.

Ключевая причина возникновения трудностей – это разрозненность данных об угрозах безопасности информации, представленных в БДУ ФСТЭК России.

Во-первых, сведения об объектах воздействия, представленные в БДУ ФСТЭК России, недостаточно формализованы. В частности, одинаковые по определению (сущности) объекты воздействия представлены различными терминами (вербальными описаниями) [4].

В качестве примера можно привести описание объекта воздействия носителя информации. Для разных угроз безопасности информации в БДУ ФСТЭК России данный объект воздействия может быть описан как «машинный носитель информации», «машинные носители информации», «носитель информации» «носители информации». Аналогично термином «техническое средство» можно объединить объекты воздействия «аппаратное обеспечение», «аппаратное средство» и «аппаратное устройство».

Формализация данных в БДУ ФСТЭК России важна не только с точки зрения процедуры перевода вербальных характеристик в интеллектуальную базу знаний при построении экспертной системы, но и с точки зрения однозначности трактования объектов воздействия разными экспертами-людьми в ходе своей работы. Корректный выбор объектов воздействия напрямую влияет на отнесение или неотнесение угрозы к категории актуальных.

Для преодоления указанной трудности объекты воздействия были сгруппированы по сущностям, а каждой группе присвоены идентификаторы.

Во-вторых, существует несоответствие описания уровня возможностей нарушителя между данными, представленными в БДУ ФСТЭК России (3 уровня) и в Методике (4 уровня). Указанное несоответствие наглядно продемонстрировано в таблице.

Указанное несоответствие не позволяет в полной мере классифицировать потенциал (возможности) нарушителей по четырем уровням.

Вместо этого в работе приходится объединять два уровня, что фактически обозначает оценку потенциала (возможностей) нарушителей по трем уровням.

Сравнение количества уровней потенциала нарушителей в различных источниках (БДУ ФСТЭК России и Методика)

БДУ ФСТЭК России	Методика
Низкий потенциал	Базовые возможности
	Базовые повышенные возможности
Средний потенциал	Средние возможности
Высокий потенциал	Высокие возможности

Резюмируя, БДУ ФСТЭК России требуется дополнительная формализация и переработка данных. Дополнительная формализация и переработка данных позволят повысить полезность БДУ ФСТЭК России за счет:

- ускорения темпов разработки программных средств автоматизации оценки угроз безопасности информации;
- снижения нагрузки при внесении данных в БДУ ФСТЭК России (использование выпадающих списков, выбор одного из вариантов и т.д.);
- снижения неоднозначности трактования терминов и определений;
- повышения эффективности работы экспертов-людей с БДУ ФСТЭК России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методический документ ФСТЭК России от 05.02.2021 «Методика оценки угроз безопасности информации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/2170-metodicheskij-dokument-utverzhdenn-fstek-rossii-5-fevralya-2021> (дата обращения: 07.02.2022).
2. Банк данных угроз ФСТЭК России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bdu.fstec.ru/threat> (дата обращения: 07.02.2022).
3. Гаврилов А.В. Системы искусственного интеллекта: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. – Ч. 1. – 80 с.
4. Милько Д.С., Наседкин П.Н. Экспертная система оценки угроз безопасности информации. Формальное представление объектов воздействия // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2021. – Т. 5, № 2 (12). ИрГУПС, Иркутск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mnv.irgups.ru/en/node/914> (дата обращения: 07.02.2022).

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОТОКОЛОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОНСЕНСУСА В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА БАЗЕ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

*А.А. Полунин, сотрудник Академии ФСО России
г. Орел, Академия ФСО, polunin2002@mail.ru*

Рассматриваются вопросы обеспечения целостности и доступности данных, обрабатываемых системами распределенных вычислений, основанных на микросервисной архитектуре. Для этих систем определяется типовая модель угроз, основанная на вероятности отказа их узлов, участвующих в процессе обработки информации. С целью решения этой проблемы выдвигается предложение о децентрализации процесса синхронизации резервных копий данных с использованием протоколов достижения консенсуса. Дается краткое описание существующих протоколов, поясняется принцип их работы и указываются основные достоинства и недостатки.

Ключевые слова: системы распределенных вычислений, информационная безопасность, резервирование систем, алгоритмы консенсуса, алгоритм Raft.

Одним из актуальных направлений решения проблемы обработки больших данных (Big Data) является применение систем распределенных вычислений (СПВ), обеспечивающих эффективное распараллеливание процессов обработки информации. В настоящее время наиболее востребованной концепцией построения СПВ является микросервисная архитектура, позволяющая не только упростить разработку, внедрение, сопровождение поддерживаемых СПВ проектов [1], но и создавать распределенные, динамически компонуемые и удобные в использовании бизнес-решения. При этом проектирование и эксплуатация СПВ на базе микросервисов сопряжены с рядом проблем, наиболее сложной из которых является организация взаимодействия асинхронно работающих компонентов этих систем. Даже в условиях детерминированной физической структуры СПВ решение этой проблемы с целью обеспечения требуемого качества обслуживания ее клиентов является нетривиальной задачей. Сложность ее возрастает в условиях так называемого «оттока» узлов (англ. node churn) – процесса, связанного с нестабильностью физической структуры СПВ, обусловленной сбоями и/или отказами ее вычислительных узлов, поддерживающих микросервисы. Очевидно, что процесс оттока узлов может быть связан как с проблемой надежности их программно-аппаратных решений (сбои и отказы программных и/или аппаратных компонентов сервер-

ных ЭВМ), так и с действиями злоумышленников, направленными на реализацию атак типа «отказ в обслуживании» (DoS или DDoS) (рис. 1).

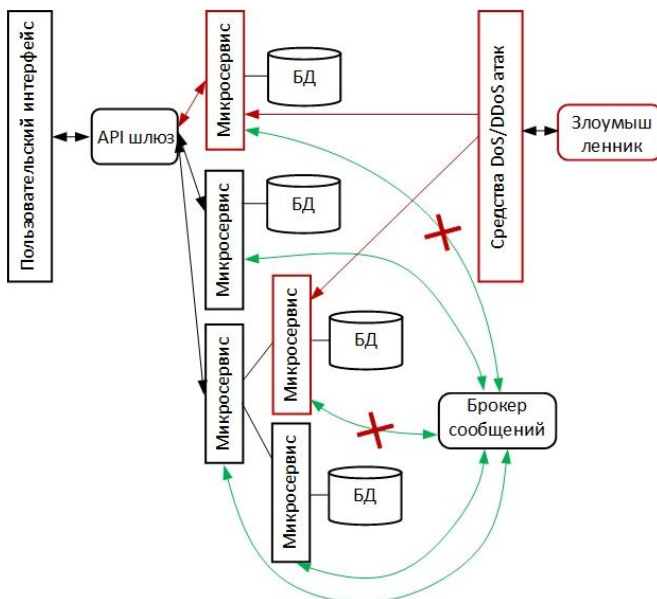


Рис. 1. Пример оттока узлов микросервисной архитектуры при варианте атаки «отказ в обслуживании»

На рисунке представлен вариант оттока узлов СРВ, поддерживающей микросервисы, в результате применения к ней средств DoS/DDoS атаки. Видно, что для дестабилизации всей микросервисной архитектуры достаточно реализовать отток двух узлов. Таким образом, несмотря на достаточно высокую гибкость микросервисной архитектуры, обусловленную ее распределенной функциональностью, реализация атак, приводящая к оттоку нескольких узлов СРВ, может приводить к отказу части и/или всех функций архитектуры в целом.

Резервирование функций микросервисов и синхронизация состояния узлов по данным. Решением представленной выше проблемы является реализация СРВ в виде отказоустойчивого кластера (High-Availability cluster, HA cluster – кластер высокой доступности). Такая структурно-функциональная организация подразумевает избыточность поддерживаемых каждым узлом микросервисов, что позволяет перезапустить на вновь выбранном узле отказавший на одном из узлов микросервис. При этом микросервисная архитектура наиболее полно реализует требования, предъявляемые к приложениям, функци-

онирующим в высокодоступной кластерной среде: возможность перезапуска на другом узле в состоянии, предшествующем сбою, и обеспечение целостности обрабатываемых данных при сбое или восстановлении из сохранённого состояния. Однако для реализации подобного решения требуется реализовать выбор и обоснование алгоритма, обеспечивающего репликацию обрабатываемых CPB данных с учетом текущего состояния ее узлов и процесса их оттока/возобновления функционирования. Класс подобных алгоритмов именуется протоколами взаимного информационного согласования или достижения консенсуса. Наиболее известным из них является семейство протоколов Paxos [2], реализованный в таких высоконадежных архитектурах CPB, как Apache Cassandra [3], распределенной службе блокировок Google Chubby [4] и системе автоматического управления дата-центрами Microsoft Autopilot [5]. В настоящее время развитием протоколов Paxos, является кроссплатформенный алгоритм Raft, который устраняет ряд их архитектурных проблем [6, 7]

Использование алгоритма Raft для синхронизации состояния узлов высокодоступного кластера на микросервисной архитектуре. Формирование на каждом из узлов CPB актуальных для ее текущего состояния обрабатываемых данных с помощью алгоритма Raft обеспечивается созданием оверлейного логического уровня управления, основанного на модели «ведущий-ведомые» (leader-followers) [8]. Согласно этой модели, один из узлов CPB исполняет роль «ведущего» (leader), а остальные – роль «ведомого» (followers). Каждый узел-ведомый отправляет информацию о каждой транзакции обработки данных узлу-лидеру, который рассылает ее остальным узлам-ведомым, не поддерживающим связи между собой. Узел-ведущий считает синхронизацию информации о транзакции выполненной, получив отклик о ее успешном сохранении от большинства узлов-ведомых (принцип мажоритарности). Таким образом, на каждом из узлов CPB формируется актуальный для данного состояния CPB-журнал транзакций, позволяющий выполнить перезапуск любого микросервиса отказавшего узла на другом узле (рис. 2).

Также в алгоритме Raft предусмотрена процедура выбора нового узла-ведущего в случае отказа текущего узла-ведущего, что позволяет поддерживать целостность оверлейного логического уровня управления.

Выводы. Таким образом, проблема отказоустойчивости распределенных систем может быть в значительной мере решена путем резервирования входящих в нее сервисов и синхронизацией их параметров.

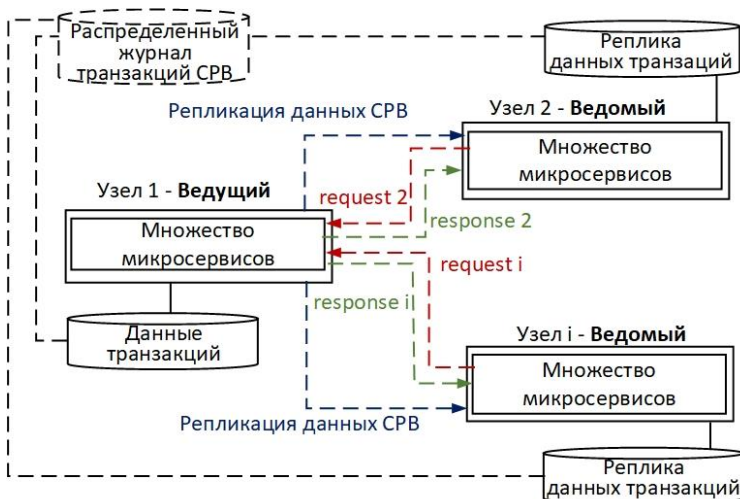


Рис. 2. Принцип синхронизации состояния узлов по данным на основе модели «ведущий-ведомый»

Использование протоколов достижения консенсуса в сети также позволяет упростить настройку системы и ускоряет процесс запуска резервных копий. Данный факт позволяет свести к минимуму время, в течение которого система в целом будет недоступна для запросов пользователей. Следовательно, использование данного метода значительно снижает риски нанесения критического ущерба или полного выведения из строя системы вычислений в случаях проведения атак типа «отказ в обслуживании».

ЛИТЕРАТУРА

1. Polunin A.A. Solving the problem of organizing software interaction by using the microservice architecture // Modern information problems. – 2022. – Yelm, USA, 2022. – P. 72–75.
2. García-Pérez, Álvaro & Gotsman, Alexey & Meshman, Yuri & Sergey, Илья. (2018). Paxos Consensus, Deconstructed and Abstracted. DOI: 10.1007/978-3-319-89884-1_32
3. Punnen A., Cassandra Apache. The minimum internals you need to know [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://medium.com/better-software/apache-cassandra-the-minimum-internals-you-need-to-know-89724603abb2> (дата обращения: 05.03.2022).
4. Chandra, Tushar & Griesemer, Robert & Redstone, Joshua. Paxos made live: An engineering perspective // Proceedings of the Annual ACM Symposium on Principles of Distributed Computing. – 2007. – P. 398–407. DOI: 10.1145/1281100.1281103.

5. Isard, Michael. Autopilot: automatic data center management // Operating Systems Review. – 2007. – Vol. 41. – P. 60–67.

6. Fazlal, Mahmood, Eftekhar Sara, Dehshibi Mohammad Mahdi, Tabatabaee Malazi Hadi, Nosrati Masoud. Raft Consensus Algorithm: an Effective Substitute for Paxos in High Throughput P2P-based Systems. – 2019.

7. Howard Heidi, Mortier Richard. Paxos vs Raft: have we reached consensus on distributed consensus? – 2020. – Vol. 1-9. DOI: 10.1145/3380787.3393681/

8. Ongaro D., Ousterhout J. In search of an understandable consensus algorithm // USENIX. – 2014. – P. 305–320.

УДК 004.056

ОБНАРУЖЕНИЕ НАЧАЛА ПЕРЕДАЧИ В ПОТОКОВОМ СТЕГАНОКОНТЕЙНЕРЕ ПО ВРЕМЕНИ

*П.М. Шипулин; А.Н. Шниперов, доцент каф. ПМиКБ, к.т.н.
г. Красноярск, СФУ, pshipulin@gmail.com*

Рассмотрена одна из ключевых проблем сетевой стеганографии при использовании потоковых контейнеров – детектирование начала передачи стеганосообщения; предложен метод решения проблемы.

Ключевые слова: стеганография, стеганосистема, скрытый информационный канал по времени, скрытая передача информации, сетевая стеганография.

Для скрытой передачи информации по сети можно эффективно использовать аудио- и видеотрансляции в реальном времени в качестве стеганоконтейнеров. Однако методы сетевой стеганографии, базирующиеся на модификации заголовков и/или полезной нагрузки пакетов (например, [1, 2]), обладают много меньшими показателями скрытности [3, 4] в сравнении с методами, изменяющими структуру передачи информации (например, [5]), – примем таковые как наиболее перспективные.

Модификация временных задержек между сетевыми пакетами (interpacket delays – IPDs [6]) – это один из методов изменения структуры передачи. Поточковый стеганоконтейнер в этом случае представлен последовательностью сетевых пакетов $FC = \langle p_i \rangle$. Принимающая сторона формирует множество $D = \{d_i\}$, где d_i – IPD между p_{i-1} и p_i пакетами. Соответствие между IPD и битами скрываемого сообщения ($B = \{b_i\}$, где b_i – i -й информационный бит) устанавливается отображением (1): если IPD меньше порогового значения *threshold*, в

соответствие ей устанавливается нулевой бит, единичный – в противном случае [7].

$$Dec : D \rightarrow B : \begin{cases} d_i < threshold \Rightarrow b_i = 0 \\ d_i \geq threshold \Rightarrow b_i = 1 \end{cases} \quad (1)$$

Проблема. В общем случае потоковый стеганоконтейнер является непрерывным, поэтому существует проблема детектирования начала стеганосообщения.

В экспериментах [8] использовались начальная и конечная бинарные последовательности $S = \langle s_1, s_2, \dots, s_v \rangle$, $F = \langle f_1, f_2, \dots, f_c \rangle$, которые добавлялись к стеганосообщению. На стороне же приёмника использовались меры подобия Хемминга и Дамерау–Левенштейна [9] для детектирования с допустимой вероятностью последовательностей S, F с учётом возможных искажений при передаче.

Однако в ходе экспериментов была замечена характерная особенность искажений при передаче по сильно зашумлённым каналам (сеть Интернет, беспроводные линии связи): преобладание потерь битов (bit-loss) над инвертированием (bit-flip). При этом каждый потерянный бит сдвигает последовательность и значительно ухудшает меру подобия, нежели каждый инвертированный бит.

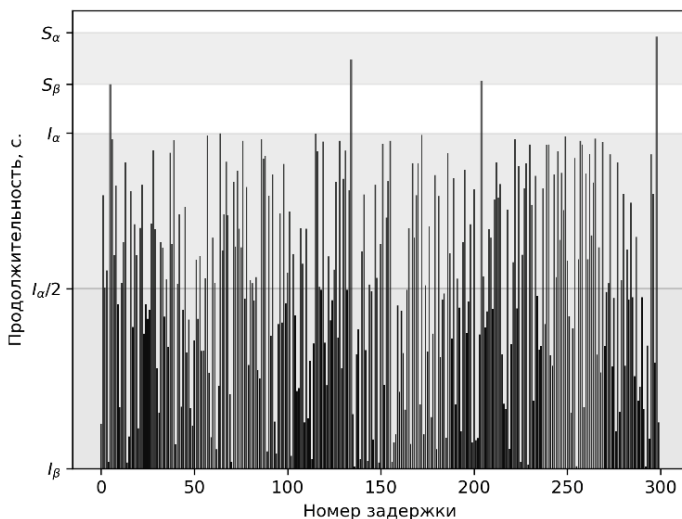


Рис. 1. Распределение задержек предлагаемой стеганосистемы

Предлагаемое решение. По причине того, что использование помехоустойчивого кодирования не только внутри стеганосообщения,

но и для обозначения его начала/конца накладывает дополнительную вычислительную сложность на систему, предлагается использовать совокупность стеганосигналов внутри одной стеганосистемы: сигнал S для обозначения начала стеганопередачи, сигнал I для передачи самих стеганосообщений. Оба сигнала формируются передатчиком методом модуляции IPD в диапазонах $[S_{\beta}; S_{\alpha}]$, $[I_{\beta}; I_{\alpha}]$ соответственно (рис. 1).

Для тестирования предлагаемого решения существующий программный прототип был доработан для передачи двух стеганосигналов.

Выводы. Использование совокупности стеганосигналов позволило эффективно детектировать начало стеганопередачи в потоковом контейнере. Кроме того, повышается общая скрытность стеганосистемы, так как для перехвата стеганосообщения необходимо детектировать оба сигнала и верно их интерпретировать.

Однако искажения типа «bit-loss» требуют дальнейшего исследования, так как при успешном детектировании стеганосообщения в сильно зашумленном канале вероятность успешного декодирования помехоустойчивого кода не всегда близка к 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубан И.В. Метод стеганографической передачи данных в информационно-телекоммуникационных сетях на основе генерации ISN TCP-соединений / И.В. Рубан, А.А. Смирнов // Системи обробки інформації. – 2015. – В. 9. – С. 99–101.
2. Галушка В.В. Стеганография на основе ICMP-инкапсуляции / В.В. Галушка, С.Б. Петренкова, Я.В. Дзюба, В.А. Панченко // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 4.
3. Berk V., Cybenko G., Giani A. Detection of covert channel encoding in network packet delays // Department of Computer Science. Technical Report TR 2005-536. – Dartmouth College, 2005. – 11 p.
4. Houmansadr A., Borisov N., Filler T., Pevn T., Craver S., Ker A.D. Coco: Coding-based covert timing channels for network flows // Information Hiding. Lecture Notes in Computer Science. – Springer, 2011. – Vol. 6958. – P. 314–328.
5. Шипулин П.М. О возможности организации скрытых временных каналов для защиты информации в открытых компьютерных сетях / П.М. Шипулин, А.Н. Шниперов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2018. – Т. 18, № 5. – С. 834–842.
6. Mingqian Wang, Shuai Cao, Yunliang Wang. VoNR-IPD: A Novel Timing-Based Network Steganography for Industrial Internet // Security and Communication Networks. – 2020. – Article ID 8846230. – 14 p. DOI: 10.1155/2020/8846230.
7. Cabuk S., Brodley C., Shields C. IP Covert Timing Channels: Design and Detection // Proceedings of the 11th ACM Conference on Computer and Communications Security. – ACM, New York, 2004. – P. 178–187.

8. Шипулин П.М. Группировка временных промежутков как способ повышения помехоустойчивости временной стеганосистемы / П.М. Шипулин, Н.В. Немков, А.Н. Шниперов // Электронные средства и системы управления: матер. докладов междунар. науч.-практ. конф. – 2020. – № 1-2. – С. 102–104.

9. Backurs Arturs, Piotr Indyk. Edit Distance Cannot Be Computed in Strongly Subquadratic Time (unless SETH Is False) // Proceedings of the Forty-Seventh Annual ACM on Symposium on Theory of Computing – STOC '15 (2015). – 14–17 June, 2015. – Portland, Oregon, Association of Computing Machinery. – 2015. – P. 51–58.

УДК 004.932.2

АЛГОРИТМ СТЕГОАНАЛИЗА ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ МЕТОДУ КОХА–ЖАО

*Д.Э. Вильховский, ассистент каф. информационной безопасности
Научный руководитель А.К. Гуц, проф. каф. кибернетики, д.ф.-м.н.
г. Омск, ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, vilkhovskiy@gmail.com*

Представлен алгоритм стеганографического анализа цветных изображений, позволяющий выявить наличие стеганографического встраивания, выполненного методом Коха–Жао (встраивание в коэффициенты дискретного косинусного преобразования), а также локализовать область встраивания. Предложенный алгоритм использует две сигнатуры, вычисляемые на основе разницы пар коэффициентов дискретного косинусного преобразования, и алгоритм кластеризации DBSCAN.

Ключевые слова: стегоанализ, стеганографический анализ, анализ стегоконтейнера, метод Коха–Жао, обнаружение стеганографических вставок.

Метод стеганографии, разработанный Е. Кохом и Ж. Жао [1], широко применяется для сокрытия данных в изображениях формата .JPEG. Злоумышленники могут использовать этот метод для тайной передачи данных в пересылаемых изображениях данного формата, что может нанести значительный ущерб как на уровне организаций и предприятий, так и в масштабах отрасли или страны. Поэтому необходимо разработать алгоритм стеганографического анализа в противодействие методу Коха–Жао, позволяющий выявлять изображения, содержащие секретные сообщения, а также эффективно определять область встраивания для его последующего извлечения.

При использовании метода стеганографии Коха–Жао встраивание производится в коэффициенты дискретного косинусного преобразования (коэффициенты ДКП). Таким образом, предлагаемый в дан-

ной работе алгоритм стегоанализа основывается на работе с коэффициентами ДКП – вычисление разницы пар среднечастотных коэффициентов ДКП – для создания исходного массива данных.

В общем виде алгоритм обнаружения и локализации встраиваний, выполненных методом Коха–Жао, представлен на рис. 1.

Использование среднечастотных коэффициентов ДКП (3, 4) и (4, 3) в качестве основы алгоритма определено тем, что именно встраивание в эти частоты не дает визуально обнаруживаемого эффекта.

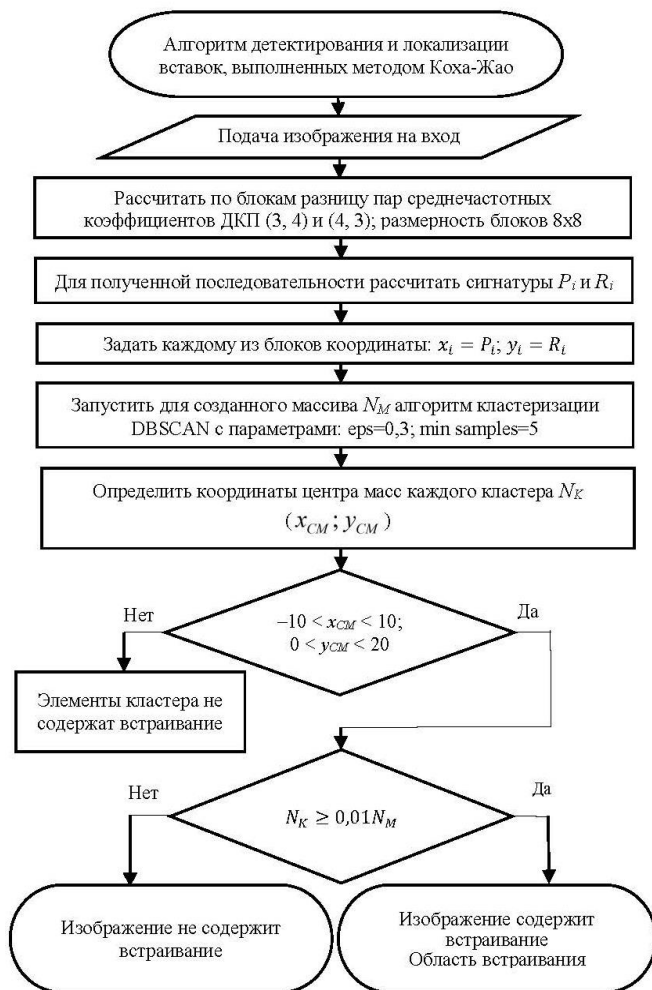


Рис. 1. Алгоритм стегоанализа в противодействие методу Коха–Жао

Размерность блоков для построения исходной матрицы коэффициентов ДКП и последующего расчета разницы их пар обусловлена размерностью блоков, применяемой в методе Коха–Жао [1].

Нами установлено, что при встраивании наблюдаются значительные отклонения между значением элемента, содержащим встраивание и не содержащим его, что позволило выделить две сигнатуры в качестве основы алгоритма – сигнатуры P_i и R_i .

Сигнатуры P_i и R_i есть, соответственно, отклонение значения текущего элемента последовательности C_i (по модулю) от максимума среди всей последовательности M_j , определяемое по формуле (1), и отклонение значения текущего элемента последовательности C_i от его последующего значения C_{i+1} , определяемое по формуле (2):

$$P_i = M_j - |C_i|, \quad (1)$$

$$R_i = C_i - C_{i+1}. \quad (2)$$

Для целей кластеризации было проведено тестирование различных алгоритмов машинного обучения, детально описанных в работе [2]. Было установлено, что алгоритм DBSCAN оптимально подходит для поставленных перед алгоритмом целей, позволяя как эффективно кластеризовать элементы со встраиванием, так и работать с шумами, эффективно отсекая их.

Тестирование предложенного в данной работе алгоритма стеганографического анализа было проведено нами на 100 цветных фотографических изображениях. Тестировалась эффективность алгоритма с точки зрения идентификации изображения, т.е. определение его как чистого или стего, а также с точки зрения локализации области встраивания.

Тестирование проводилось с нагрузками в 50, 25 и 10% и показало способность алгоритма распознавать изображения, содержащие встраивания, во всех трех случаях. Так, эффективность идентификации изображений со встраиванием и локализации вставок по предложенному алгоритму составила 99%, при этом ложных срабатываний было всего 1%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Koch E. Towards robust and hidden image copyright labeling / E. Koch, J. Zhao // IEEE Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing. – 1995. – P. 452–455.
2. Geron A. Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow concepts, tools, and techniques to build intelligent systems. – O'Reilly Media, Inc., 2019. – 1040 p.

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОСТРАНСТВА ИМЁН NETWORK NAMESPACES ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

С.Г. Вьюгов, сотрудник Академии ФСО России

г. Орёл, Академия ФСО, senserk@icloud.com

Развитие и совершенствование сетевых технологий, наряду с повышением эффективности функционирования распределенных информационных систем на их основе, обуславливает появление новых и модификацию существующих видов атак, основанных на сканировании сетевой структуры с целью ее последующей дискредитации. Одним из перспективных направлений реализации защиты от подобного вида атак в сетевых узлах на основе операционных систем проекта GNU/Linux является применение пространства имен (namespaces) – функции ядра, обеспечивающей изоляцию и виртуализацию системных ресурсов, в частности, ресурсов, обеспечивающих сетевое взаимодействие (Network namespaces). В работе рассматривается возможность применения функции Network namespaces для минимизации рисков сетевых атак в инфокоммуникационных системах, узлы которых базируются на операционной системе проекта GNU/Linux.

Ключевые слова: сетевая инфраструктура, сетевое сканирование, пространство имен, изоляция процессов, Network namespace, виртуальные сетевые устройства.

Среди множества актуальных угроз безопасности инфокоммуникационных систем одним из наиболее значимых является класс угроз определения сетевой инфраструктуры. Угрозы этого класса основаны на возможности сканирования нарушителем компонентов сетевой инфраструктуры с целью получения сведений о расположении ее узлов, их функциональном назначении и структуре межузлового взаимодействия. Подобные угрозы являются базой, обеспечивающей реализацию последующих атак на конкретные элементы инфокоммуникационной системы. Таким образом, их предотвращение обеспечивает комплексную минимизацию рисков, связанных с целевыми атаками на дискредитированную сетевую инфраструктуру. Большинство современных методов противодействия этому классу угроз являются активными и основаны на применении специализированных программных и программно-аппаратных средств, обеспечивающих распознавание процесса сетевого сканирования. Отдельным видом является пассивное противодействие указанным атакам, основанное на

методах виртуализации ресурсов, обеспечивающих сетевое взаимодействие узлов и сокращение реальной сетевой инфраструктуры.

В рамках проекта GNU/Linux, начиная с версий ядра 2.4.x, реализуется набор функций изоляции процессов и виртуализации базовых системных ресурсов, имеющих общее наименование «пространство имен» (namespaces). Поддержка этими функциями сетевого взаимодействия была реализована в версии ядра 2.6.29 и получила наименование Network namespaces [1]. Указанное пространство имен обеспечивает виртуализацию таких системных ресурсов, как сетевое оборудование, стеки протоколов IPv4 и IPv6, таблицы IP-маршрутизации, сетевые сокеты (номера портов) и межсетевые экраны. Благодаря этому для отдельных процессов и групп процессов появляется возможность создать виртуальную сетевую инфраструктуру, изолированную как от реальной сетевой инфраструктуры, так и от подобных виртуальных инфраструктур других процессов. Подобный подход позволяет реализовать для отдельных сервисов инфокоммуникационной системы виртуальную сетевую инфраструктуру, логически отделенную от реальной физической организации сети. Кроме того, подобный подход позволяет выполнять динамическую реконфигурацию виртуальной сетевой инфраструктуры «на лету», реализуя проактивную защиту от атак, основанных на сетевом сканировании.

Важной исследовательской задачей при этом является оценивание производительности сетевых инфраструктур на основе Network namespaces с целью получения данных о возможностях их применения для поддержки тех или иных сетевых сервисов.

В рамках такого оценивания была реализована модель сети, представленная на рис. 1.



Рис. 1. Модель виртуальной сети в операционной системе GNU/Linux

Симуляция реального процесса обращения пользователей к сетевому сервису была реализована на основе пары генераторов случай-

ных чисел (ГСЧ), обеспечивающих формирование последовательностей случайных чисел, не коррелированных между собой и распределенных по экспоненциальному закону [2]. Один из ГСЧ обеспечивал формирование значений интервалов между пакетами передаваемых данных, а второй – значения размера пакетов.

В результате проведения анализа пропускной способности каналов виртуальной сетевой инфраструктуры, сформированной на базе Network namespaces, были получены результаты, представленные в таблице.

Результаты тестирования виртуальной сети

Интервал времени	Количество переданных данных	Средняя скорость передачи данных	Тип источника
0.00 – 10.00	1.10 GBytes	115111 KBytes/s	Отправитель
0.00 – 10.00	1.10 GBytes	114828 Kbytes/s	Приемник

Высокая скорость передачи данных объясняется тем, что технология пространств имён функционирует на уровне ядра ОС GNU/Linux. Также в процессе симуляции был выявлен недостаток этого метода – сильная зависимость количества повторных запросов при увеличении числа транзитных виртуальных узлов.

Дальнейшим направлением исследований является расширение функциональных возможностей разрабатываемого симулятора с целью реализации:

- возможностей злоумышленников, связанных с функциями сетевого сканирования сетевых узлов;
- функций оперативной динамической реконфигурации формируемых виртуальных сетевых инфраструктур, исключаяющей или существенно затрудняющей процесс сетевого сканирования.

Также дополнительного рассмотрения требует вопрос обеспечения отказоустойчивости создаваемых виртуальных сетевых инфраструктур, например, на основе технологии кластеров высокой доступности (High-Availability cluster, HA cluster).

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов С.В., Вьюгов С.Г., Шукин А.В. Моделирование сетей передачи данных на основе пространств имен в операционную систему GNU/Linux // Информационные технологии моделирования и управления. – 2021. – Т. 126, № 4. – С. 279–286 с.
2. Корнышев Ю.Н., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телеграфика. – М.: Радио и связь, 1996. – 272 с.

ОБЪЕДИНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ (ЭЭГ) И ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ (ЭКГ) В ЗАДАЧАХ АУТЕНТИФИКАЦИИ

А.А. Злыгостева, студентка каф. БИС

*Научный руководитель М.М. Немирович-Данченко, проф.
каф. КИБЭВС, д.ф.-м.н.*

г. Томск, ТУСУР, nastya.zlygosteva.00@mail.ru

Рассмотрена методика объединения сигналов, полученных из цифровых записей электрокардиограммы и электроэнцефалограммы, для выявления характерных общих признаков.

Ключевые слова: биомедицинские сигналы, электроэнцефалограмма, электрокардиограмма, идентификация, аутентификация.

Большой интерес для изучения представляет собой объединение биометрических данных человека для выделения характерных особенностей, которые могут быть использованы в качестве уникальных данных для проверки подлинности личности.

Изменчивость колебаний волны ЭЭГ хорошо известна: сигнал часто загрязнен мышечными артефактами и другими видами шумов, связанных с непрерывным движением нескольких частей человеческого тела. Определенное количество шума возникает из-за сердцебиения, непрерывная перекачка которого распространяет сигнал мозга с внешним мышечным шумом, в результате чего ЭЭГ наполняется волнами (помехами), которые не имеют никакого отношения к выходному сигналу мозговой активности. В то же время эти «помехи» позволяют сопоставлять сигналы ЭЭГ и ЭКГ в частотной области.

Идея сопоставления записей ЭЭГ и ЭКГ для разных субъектов описана, например, в работах [1, 2]. Она состоит в том, чтобы создать биометрическую систему путем сопоставления характеристик и специфичных черт, извлеченных из ЭКГ- и ЭЭГ-сигналов, для некоторого синтетического виртуального субъекта (в цитируемых работах принят термин *Chimera Subject*). Необходимость именно такого подхода обусловлена наличием большого числа записей как ЭЭГ, так и ЭКГ, снятых для разных людей, в разное время, с разной частотой дискретизации и по разным методикам (различное число отведений и т.п.). Нужно также заметить, что для преодоления всего этого методологического разнообразия предпринимаются попытки одновременной регистрации сигналов [3].

Нами будут использованы данные из библиотеки физиологических записей (EEG database, ECG database) кафедры высшей нервной

деятельности биологического факультета МГУ [4]. Для работы с записями этой библиотеки необходимо пользоваться специально разработанным пакетом CONAN [4].

Записи ЭЭГ и ЭКГ при работе в CONAN сохраняются в текстовом формате, в дальнейшем работа проходит в пакете MatLab.

Длина записи ЭЭГ является определяющей величиной – как правило, и здесь не превышает 10 с. А запись ЭКГ проводится в течение минуты, реже – меньше. Частоты дискретизации записей различны, поэтому при спектральной обработке за основу берётся единое окно – длина записи ЭЭГ.

На рис. 1 показаны совмещённые записи ЭКГ и ЭЭГ. Каналы ЭЭГ взяты каждый второй для удобства восприятия. Записи подвергаются преобразованию Фурье, и затем анализируется только модуль спектра, поэтому местоположение записи ЭЭГ относительно ЭКГ не имеет практического значения.

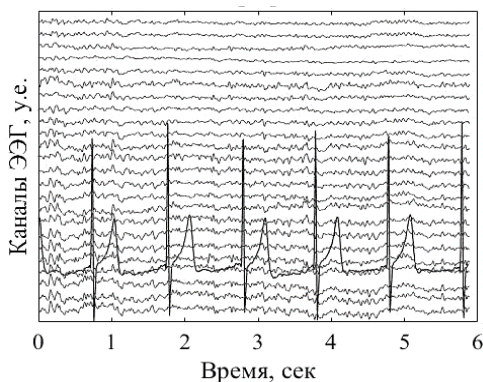


Рис. 1. Совмещённые записи ЭЭГ и ЭКГ разных субъектов

На рис. 2 в логарифмическом масштабе построены первые значения амплитудных спектров записи ЭКГ и записи ЭЭГ (электрод F3 левое лобное отведение, система 10–20%).

Основная гармоника № 6 (для записи ЭКГ в рассматриваемом окне обработки) даёт пик, что соответствует логике процесса и рис. 1. Гамма-ритм ЭЭГ для выбранного субъекта также имеет пик, в точности совпадающий с пиком ЭКГ.

Заключение. Полученные данные позволяют сделать вывод о возможном совмещении данных записей ЭЭГ и ЭКГ для синтетического построения идентифицируемой личности, а это, в свою очередь, показывает возможность совместного использования записей для аутентификации личности.

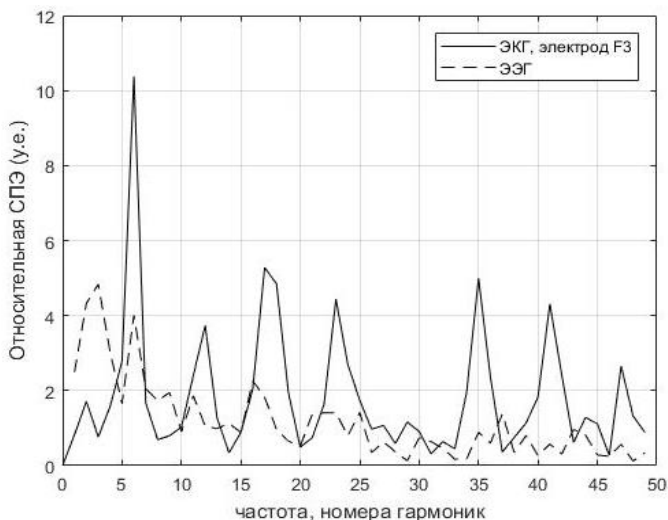


Рис. 2. Значения амплитудных спектров

ЛИТЕРАТУРА

1. Barra S., Casanova A., Fraschini M., Nappi M. EEG/ECG signal fusion aimed at biometric recognition // Conference: ICIAP-2015. International Workshops, BioFor, CTMR, RHEUMA, ISCA, MADiMa, SBMI, and QoEM. At: Genova. – 2015. – Vol. 9281 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/282323680_EEGECG_signal_fusion_aimed_at_biometric_recognition (дата обращения: 24.11.2021).
2. Barra S., Casanova A., Fraschini M., Nappi M. Fusion of physiological measures for multimodal biometric systems // Multimedia Tools and Applications. – 2017. – Vol. 76. – P. 4835–4847.
3. Barra S., Fraschini M., Casanova A., Castiglione A., Fenu G. Physio-UnicaDB: a dataset of EEG and ECG simultaneously acquired // Pattern Recognition Letters. – 2019. – Vol. 126. – P. 119–122.
4. Научные ресурсы: каф. высшей нервной деятельности МГУ им. Ломоносова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.neurobiology.ru/doc/index.php?ID=82>

АНАЛИЗ МЕТОДИК ОЦЕНКИ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

*Р.А. Смирнов, магистрант каф. информационной безопасности;
С.Н. Новиков, зав. каф. безопасности и управления
в телекоммуникациях*

*г. Новосибирск, Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ),
smirroma98@mail.ru, snovikov@ngs.ru*

Дан анализ достоинств и недостатков широко распространённых методик оценки угроз безопасности объектов информатизации.

Ключевые слова: информационная безопасность, методика, угрозы безопасности.

В настоящее время существуют методики, основанные на различных подходах к оценке угроз безопасности, такие как:

1. Оценка актуальности угроз безопасности информации по методике ФСТЭК России.
2. Анализ методики оценки угроз безопасности информации по таксономии инцидентов Ховарда–Лонгстаффа.
3. Анализ оценки угроз безопасности информации, основанный на модели безопасности.
4. Анализ оценки угроз безопасности информации по АТТ&СК Matrix for Enterprise.

Все вышеперечисленные методики можно разбить на две группы оценок: количественная и качественная, в связи с чем, возникает необходимость провести их анализ.

Оценка актуальности угроз безопасности информации по методике ФСТЭК России. Исходными данными для оценки актуальности угроз безопасности информации являются [3]:

а) общий перечень угроз безопасности информации, содержащийся в банке данных угроз безопасности информации ФСТЭК России (bdu.fstec.ru), модели угроз безопасности информации, разрабатываемые ФСТЭК России в соответствии с подпунктом 4 пункта 8 Положения о Федеральной службе по техническому и экспортному контролю, утвержденного Указом Президента Российской Федерации от 16 августа 2004 г. № 1085, а также отраслевые (ведомственные, корпоративные) модели угроз безопасности информации;

б) описания векторов компьютерных атак, содержащихся в базах данных и иных информационных источниках, опубликованных в сети Интернет (CAPEC, АТТ&СК, OWASP, STIX, WASC и др.);

в) негативные последствия от реализации (возникновения) угроз безопасности информации, определенные в соответствии с настоящей методикой;

г) актуальные способы реализации (возникновения) угроз безопасности информации.

На основе анализа исходных данных определяются возможные для систем и сетей угрозы безопасности информации, к которым относятся осуществляемые нарушителем воздействия на информационные ресурсы и компоненты систем и сетей (объекты воздействия), в результате которых возможно нарушение безопасности информации и (или) нарушение или прекращение функционирования систем и сетей.

Методика оценки угроз безопасности информации ФСТЭК России имеет следующие достоинства и недостатки:

а) достоинства: методика ориентирована на оценку антропогенных угроз безопасности информации, возникновение которых обусловлено действиями нарушителей; методика разделяет угрозы на возможные и актуальные;

б) недостатки: методика имеет качественную оценку (экспертная оценка); методика не имеет возможности определения степени ущерба последствий, реализации угрозы.

Анализ методики оценки угроз безопасности информации по таксономии инцидентов Ховарда–Лонгстаффа. Второй способ анализа методики оценки угроз безопасности информации проведен с помощью таксономии «Common Language for Computer Security Incidents». Данная таксономия была подготовлена в Национальной лаборатории Сандиа (Sandia National Laboratories) по заказу энергетического департамента правительства США и используется по настоящий момент [1].

В таксономии авторы выделили семь характеристик, с помощью которых проводится анализ угроз безопасности информации: атакующий, средства, уязвимости, действия, объекты воздействия, результат несанкционированных действий, цели.

Данная методика имеет следующие достоинства и недостатки:

а) достоинства: достаточно хорошая проработка категорий определения угроз;

б) недостатки: построение классификации для уже осуществленных атак; методика имеет качественную оценку (экспертная оценка).

Анализ оценки угроз безопасности информации, основанный на модели безопасности. В данном способе для анализа оценки угроз безопасности информации используются такие характеристики, как мотивация, цели, уровень квалификации, используемые программно-

технические средства, осведомленность (наличие достаточно необходимой информации об объекте РДВ (разрушающего деструктивного воздействия)), локация (пути проникновения в защищаемую сеть), пространственно-временные характеристики [4].

Методика оценки угроз безопасности информации, основанной на модели безопасности, имеет следующие достоинства и недостатки:

а) достоинства: достаточно объемный перечень характеристик, по которым определяются угрозы;

б) недостатки: методика имеет качественную оценку (экспертная оценка).

Анализ оценки угроз безопасности информации по АТТ&СК Matrix for Enterprise. Матрица MITRE АТТ&СК (Adversarial Tactics, Techniques & Common Knowledge) – это глобально доступная база знаний о тактике и технике злоумышленника, основанная на реальных наблюдениях. Данная база знаний АТТ&СК используется в качестве основы для разработки моделей и методологий угроз [2].

Матрица позволяет строить модели угроз для разных типов компаний и показывать, какие из известных угроз можно закрыть конкретными решениями. В теории это выглядит так: компания, выбирающая решения для защиты своей инфраструктуры, проецирует возможности злоумышленника на матрицу АТТ&СК и смотрит, какие актуальные угрозы остались незакрытыми. MITRE АТТ&СК помогает понять, какие инструменты используют злоумышленники, ознакомиться с их техниками и тактиками. Эти знания позволяют прогнозировать вероятную точку входа в организации.

Методика оценки угроз безопасности информации по АТТ&СК Matrix for Enterprise имеет следующие достоинства и недостатки:

а) достоинства: методика позволяет строить модели угроз для разных типов компаний и показывать, какие из известных угроз можно закрыть конкретными решениями. Помогает понять, какие инструменты используют злоумышленники, ознакомиться с их техниками и тактиками. Эти знания позволяют прогнозировать вероятную точку входа в организации. Активное и повсеместное применение базы знаний АТТ&СК позволит унифицировать подход всего сообщества кибербезопасности – как бы поможет говорить на общем языке;

б) недостатки: методика имеет качественную оценку (экспертная оценка).

Заключение. Исходя из проделанной работы, при анализе методики определения угроз безопасности информации были определены как достоинства, так и недостатки. В связи с этим можно сделать вывод о том, что необходимо использовать разные методики оценки

угроз безопасности информации объектов информатизации, которые состоят из количественной оценки, полученной путем математических подходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. A Common Language for Computer Security Incidents [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prod-ng.sandia.gov/techlib-noauth/access-control.cgi/1998/988667.pdf>, свободный (дата обращения: 20.09.2021).

2. ATT&CK Matrix for Enterprise [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://attack.mitre.org/>, свободный (дата обращения: 10.10.2021).

3. Методика оценки угроз безопасности ФСТЭК России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/2170-metodicheskij-dokument-utverzhdjen-fstek-rossii-5-fevralya-2021>, свободный (дата обращения: 10.11.2021).

4. Попков Г.В. Применение нестационарных гиперсетей в методах проектирования мультисервисных сетей связи в условиях разрушающих деструктивных воздействий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39937096&>, свободный (дата обращения: 25.11.2021).

ПОДСЕКЦИЯ 4.2

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ И СРЕДСТВА ИХ ЗАЩИТЫ

*Председатель – Голиков А.М., доцент каф. РТС, к.т.н.;
зам. председателя – Громов В.А., доцент каф. РТС, к.т.н.*

УДК 621.376

ФРАКТАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*А.В. Лоскутникова, студентка; Е.Г. Чалова, магистрантка
Научный руководитель А.М. Голиков, к.т.н., с.н.с., доцент каф. РТС
Проект ГПО РТС-1903. Проектирование ММО РЛС с АФАР
и нейросетевой обработкой радиолокационной информации
г. Томск, ТУСУР, каф. РТС, rts2_golikov@mail.ru*

Разработана MatLab-модель фрактального кодирования и проведена ее апробация на примере 50 РЛ-изображений. Модель фрактального кодирования позволит создать фрактальный обнаружитель РЛ-объектов, для этого будет использовано распределение самоподобия, которое определяется на основе доменных блоков.

Ключевые слова: модель фрактального кодирования, фрактальный обнаружитель доменные блоки, метод квадродерева.

Фрактальное кодирование. Разработана MatLab-модель фрактального кодирования и проведена ее апробация на примере 50 РЛ-изображений. Модель фрактального кодирования позволит создать фрактальный обнаружитель РЛ-объектов, для этого будет использовано распределение самоподобия, которое определяется на основе доменных блоков [1, 2]. Проведено исследование эффективности алгоритма фрактального кодирования на примере фрактальной обработки 50 РЛ-изображений. В ходе выполнения алгоритма фрактального кодирования, основанного на разложении изображения на блоки методом квадродерева, были построены гистограммы основных параметров фрактального кодирования по 50 изображениям.

Абсолютное большинство программных реализаций использует данную схему разбиения, считая вершиной квадродерева наибольший квадрат, вписываемый в исходное изображение.

При построении квадродерева вначале производится грубое разбиение изображения, например, на четыре прямоугольника. Для каждого полученного рангового блока алгоритм пытается подобрать соответствующий доменный блок и коэффициенты отображения, которые наилучшим образом покрывают ранговый блок. Если получилось покрытие в пределах допустимой погрешности, то этот ранговый блок отмечается как обработанный и берется следующий. В случае, если покрытие не найдено, блок аналогично разбивается на 4 части. Процедура разбиения проводится до тех пор, пока не будет достигнута максимальная заданная глубина вложенности, которая изображена на рис. 1.

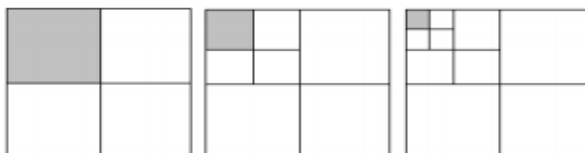


Рис. 1. Разбиение на ранговые блоки с помощью квадродерева

Требования к изображениям:

- чёрно-белое;
- разрешение $N \times N$, где N – число, являющееся степенью двойки;
- формат – *.jpg.

Модель фрактального кодирования приведена на рис. 2.

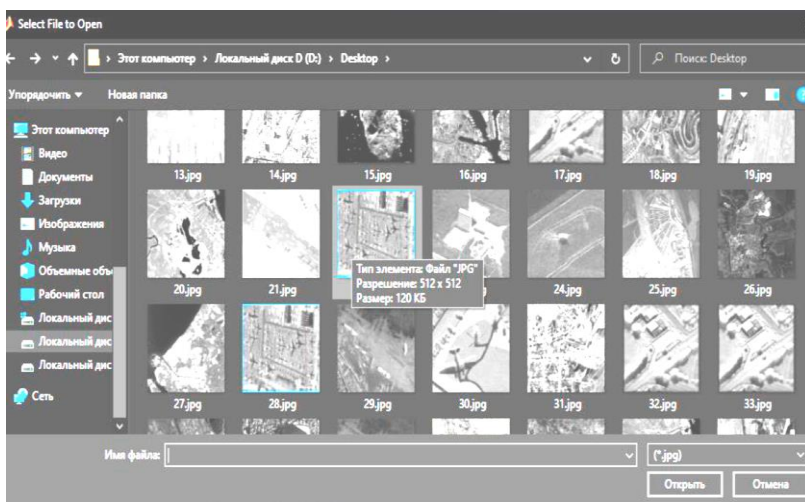


Рис. 2. Окно MatLab-модели фрактального кодирования

Таким образом, в работе были разработаны и апробированы алгоритмы вейвлет-фильтрации РЛ-сигналов и изображений. Разработана и исследована, на примере 50 РЛ-изображений модель фрактального кодирования, которая позволит создать фрактальный обнаружитель малоразмерных РЛ-объектов на фоне земной поверхности. Для создания фрактального обнаружителя будет использовано распределение самоподобия, которое определяется на основе доменных блоков [1].

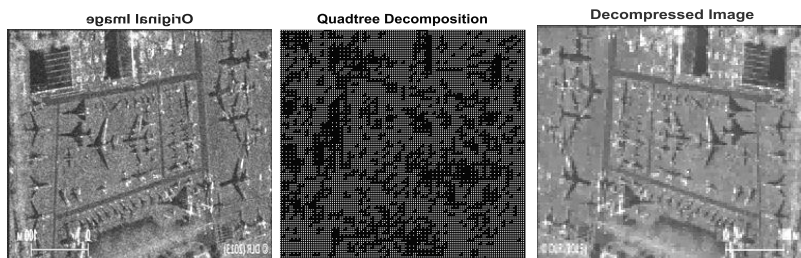


Рис. 3. Пример фрактального кодирования РЛ-изображения «Аэродрома»

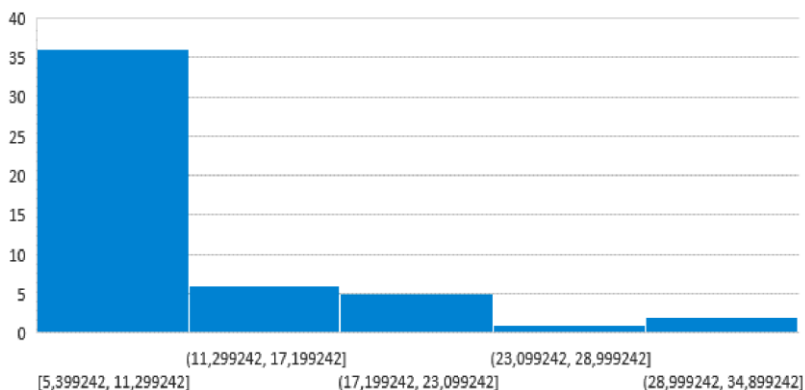


Рис. 4. Гистограмма распределения коэффициента компрессии при фрактальном кодировании для 50 РЛ-изображений

ЛИТЕРАТУРА

1. Потоцкий А.Н. Информативность фрактальных признаков в задачах текстурного анализа оптических и радиолокационных изображений // Воздушно-космические силы. Теория и практика. – 2019. – № 12. – С. 106–118.
2. Голиков А.М., Богданов А.Ф. Фрактальное сжатие изображений дистанционного зондирования Земли спутниковой РЛС X-SAR // Современные проблемы радиоэлектроники. – 2017. – С. 217–221.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ФРАКТАЛЬНОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ

Е.Г. Чалова, магистрантка;

А.А. Мартынова, А.В. Лоскутникова, студентки;

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

г. Томск, ТУСУР, каф. РТС, rts2_golikov@mail.ru

Представлены разработка и исследование алгоритмов фрактального обнаружения малоразмерных наземных объектов. Рассмотрены два варианта построения фрактальных обнаружителей на основе распределения самоподобия, которое определяется доменными блоками и основано на аппарате фрактального кодирования. Разработана MatLab-модель фрактального кодирования и проведена ее апробация на примере 50 радиолокационных (РЛ) изображений. Модель фрактального кодирования позволит создать фрактальный обнаружитель РЛ-объектов на основе распределения самоподобия. Алгоритмы фрактальных обнаружителей представляются в виде Simulink MatLab моделей, которые позволят провести исследования эффективности обнаружения малоразмерных наземных объектов для различных радиолокационных характеристик объектов и подстилающей поверхности.

Ключевые слова: фрактальный обнаружитель, распределение самоподобия, доменные блоки, фрактальное кодирование, радиолокационные изображения, малоразмерные наземные объекты.

Согласно работе А.Н. Потоцкого, где проведен исчерпывающий анализ использования фрактальных признаков для решения задач фрактального обнаружения и фрактальной фильтрации радиолокационных изображений, для обнаружения радиолокационных целей может быть использовано *распределение самоподобия*. Распределение самоподобия связывает фрактальную размерность с доменными блоками и характеризует проявление и изменение наиболее характерных участков изображения (доменных блоков), с использованием которых при фрактальном кодировании можно восстановить изображение с наибольшей точностью. Это позволяет идентифицировать аномальные участки на изображении, обусловленные наличием не характерных для данного изображения объектов (радиолокационных целей). На основе технологии вычисления доменных блоков в разработанной модели фрактального кодирования на следующем этапе НИР будет проведено исследование методов фрактального обнаружения малоразмерных радиолокационных целей.

Распределение самоподобия связывает фрактальную размерность с доменными блоками и характеризует проявление и изменение наиболее характерных участков изображения (доменных блоков), с использованием которых при фрактальном кодировании можно восстановить изображение с наибольшей точностью.

Была разработана MatLab-модель фрактального кодирования и проведена ее апробация на примере 50 РЛ-изображений. Модель фрактального кодирования позволит создать фрактальный обнаружитель РЛ-объектов, для этого будет использовано распределение самоподобия, которое определяется на основе доменных блоков [1, 2]. Проведено исследование эффективности алгоритма фрактального кодирования на примере фрактальной обработки 50 РЛ-изображений. В ходе выполнения алгоритма фрактального кодирования, основанного на разложении изображения на блоки методом квадродерева, были построены гистограммы основных параметров фрактального кодирования по 50 изображениям (рис. 1).

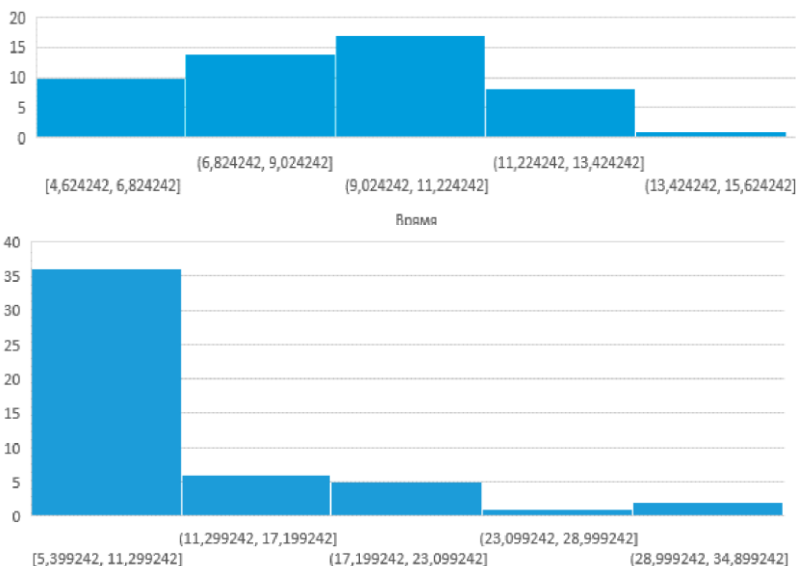


Рис. 1. Гистограмма распределения времени (с), затраченного на фрактальное кодирование, и распределения коэффициента сжатия по 50 РЛ-изображениям

Выводы: предложен вариант построения фрактальных обнаружителей на основе распределения самоподобия, которое определяется

доменными блоками и основано на аппарате фрактального кодирования. Разработана MatLab-модель фрактального кодирования и проведена ее апробация на примере 50 РЛ-изображений. Модель фрактального кодирования позволит создать фрактальный обнаружитель РЛ-целей на основе распределения самоподобия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голиков А.М. Системы цифровой радиосвязи: учеб. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 340 с.
2. Потоцкий А.Н. Информативность фрактальных признаков в задачах текстурного анализа оптических и радиолокационных изображений // Воздушно-космические силы. Теория и практика. – 2019. – № 12. – С. 106–118.

УДК 621.376

ПОТОЧНОЕ ШИФРОВАНИЕ ТРАФИКА NETWORK LTE-A

А.А. Ефремова, магистрантка каф. РТС

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

Алгоритм AES в поточном режиме используется для защиты системы мобильной связи LTE. В работе проведены исследования модели криптографической защиты стандарта AES-128. Безопасность в сетях LTE обеспечивается защитой абонентов, защитой передаваемых сообщений, шифрованием сообщений, аутентификацией абонента и сети. Разработана MatLab-модель алгоритма шифрования AES-128, проведены исследования механизма шифрования и разработана методика проведения исследований.

Ключевые слова: стандарт AES-128, модель Simulink MatLab, поточный режим, LTE, шифрование.

AES-алгоритм шифрует блок информации длиной 128 бит. Для преобразования применяется расширенный ключ W , формируемый из основного ключа шифрования. 128-битный блок в AES представляется в виде матрицы байтов 4×4 . Длина ключа равна $4 \times N_k$ байт и может составлять 128, 192, 256 бит. Алгоритм шифрования состоит из N_r раундов. В таблице представлены параметры стандарта AES для разной длины ключа.

Параметры стандарта AES

	N_k	N_r
AES-128	4	10
AES-192	6	12
AES-256	8	14

AES использует несколько раундов, каждый раунд состоит из нескольких каскадов. Блок данных преобразовывается от одного каскада к другому. В начале и в конце шифра AES применяется термин «блок данных»; до и после каждого каскада блок данных называется матрицей состояний. Матрицы состояний, подобно блокам, состоят из 16 байтов, но обычно обрабатываются как матрицы 4×4 байта. В этом случае каждый элемент матрицы состояний обозначается как $S_r(c)$, где r (от 0 до 3) определяет строку и c (от 0 до 3) определяет столбец.

Моделирование алгоритма AES-128 на базе разработанной модели в Simulink. На рис. 1 представлена модель AES-128 в режиме ECB.

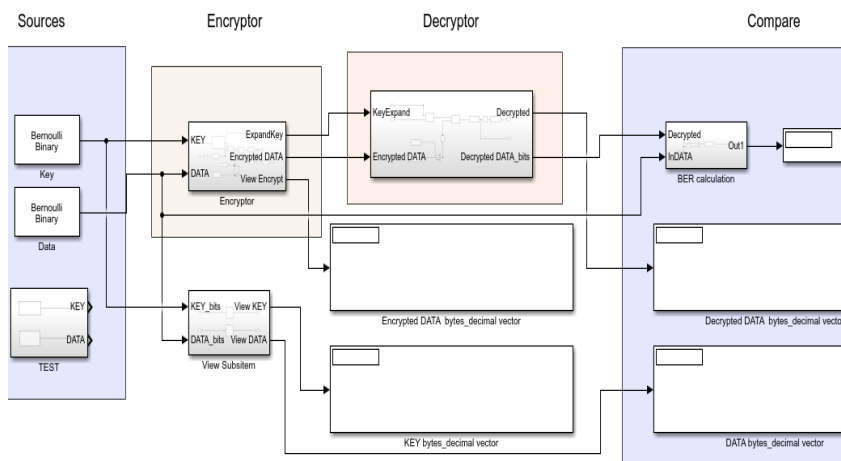


Рис. 1. Модель AES-128

Основными параметрами являются ключ шифрования (Key) и данные (Data), которые в данной модели представлены блоками Bernoulli Binary Generator, имитирующими 128-битные блоки данных.

Для демонстрации правильной работы модели было проведено моделирование. Для независимой проверки работы алгоритма AES можно воспользоваться онлайн-шифратором AES.

Также был разработан алгоритм для шифрования / дешифрования текстового файла формата .txt. Программа шифрует и дешифрует данные, после чего в командном окне выводится основная информация и формируется файл Log_file.txt. Поскольку программный пакет MatLab не поддерживает корректную работу с кириллицей, исходный текстовый файл состоит из латинского алфавита. С помощью данной программы была исследована зависимость шифрования / дешифрования от объема файла.

На рис. 2 представлены зависимости времени шифрования / дешифрования от объема файла.

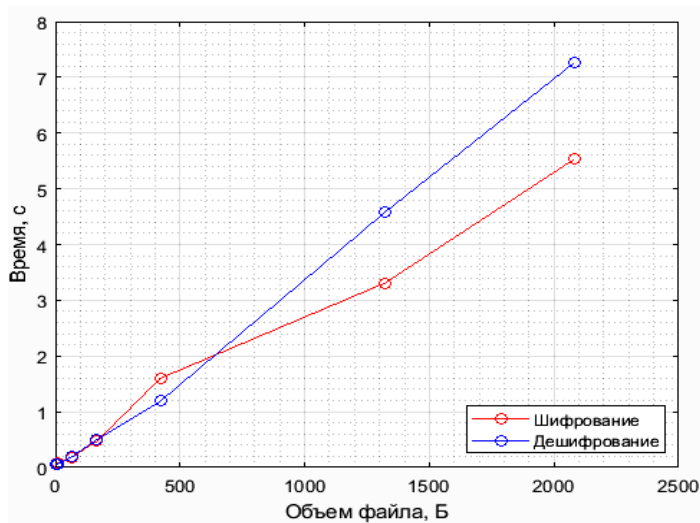


Рис. 2. Зависимость времени шифрования / дешифрования

Как видно из рис. 2, затраты времени на обработку линейно зависят от объема файла. Однако полученные значения зависят от аппаратной составляющей компьютера, его загруженности, структуры кода программы.

В результате проделанной работы были получены основные понятия о структуре сетей LTE, рассмотрены существующие методы и стандарты защиты беспроводных сетей LTE. Представлен современный симметричный блочный алгоритм шифрования AES, обеспечивающий надежную защиту информации, и его режимы работы.

Результатом работы является учебный программный комплекс, реализующий алгоритм криптографической защиты AES-128 в режиме ECB. Данный комплекс шифрует и дешифрует информацию согласно указанному алгоритму, также имеется возможность наблюдать исходные данные, ключ шифрования, закодированное и расшифрованное сообщение. Для индикации правильности работы используется подсчет ошибок исходного и расшифрованного сообщения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голиков А.М. Системы цифровой радиосвязи: учеб. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 340 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ И ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ КООРДИНАТ МАЛОРАЗМЕРНЫХ НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ ДОПЛЕРОВСКОЙ МИМО РЛС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ

*Д.С. Кирпичников, Н.И. Воронцов, Г.И. Ляхов, студенты каф. РТС;
А.М. Голиков, с.н.с., доцент каф. РТС, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru*

Разработан программный комплекс (ПК) на основе Simulink MatLab-модели для исследования вейвлет-фильтрации радиолокационных (РЛ) сигналов ФКМ и ЛЧМ. ПК включает в себя формирователь РЛ-сигналов, модель радиолокационного канала МИМО РЛС с аддитивным шумом и доплеровским каналом и блоком имитации цели для передачи/приема РЛ-сигналов, вейвлет-фильтров и блока цели, позволившего провести оценку эффективности обнаружения с использованием разных вейвлет-фильтров. Разработаны Simulink MatLab-модели вейвлет-фильтров Хаара, Добеши и Пауля. Проведены испытания, показано, что вейвлет-фильтрация позволяет увеличить дальность обнаружения малоразмерных наземных объектов более чем в два раза, также показано, что при больших скоростях носителя снижение дальности обнаружения может быть компенсировано за счет вейвлет-фильтрации.

Ключевые слова: вейвлет-фильтрация, радиолокационный канал, доплеровский канал, блок цели, вейвлет-фильтры Хаара и Добеши, эффективность обнаружения.

Вейвлет-преобразование похоже на оконное преобразование Фурье, но с иной оценочной функцией. Основное различие заключается в следующем: преобразование Фурье раскладывает сигнал на составляющие в виде синусов и косинусов, т.е. функций, локализованных в Фурье-пространстве; напротив, вейвлет-преобразование использует функции, локализованные как в реальном, так и в Фурье-пространстве [1, 2].

Вейвлет Хаара представлен на рис. 1.

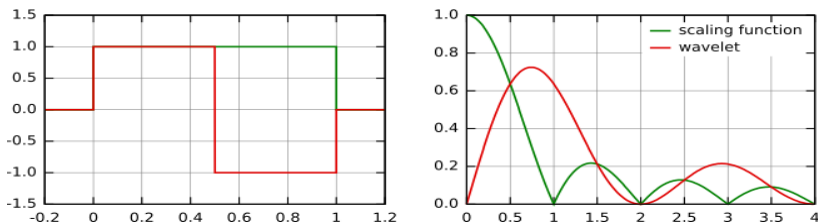


Рис. 1. Функция масштабирования Хаара и вейвлет (слева) и их частотные составляющие (справа)

В работе представлены Simulink MatLab-модели генератора радиолокационных (РЛ) сигналов ЛЧМ и ФКМ. Разработана Simulink MatLab-модель радиолокационного канала с аддитивным шумом и доплеровским сдвигом (для разных скоростей носителя) для передачи/приема сигналов ЛЧМ и ФКМ, а также имитатором цели, позволяющим оценить дальность до цели в зависимости от ЭПР.

В результате моделирования получены сигналы на выходе РЛ-канала с шумом, отфильтрованный сигнал и аддитивный шум в РЛ-канале для вейвлет-фильтров Хаара, Добеши и Пауля.

Модель позволила произвести оценку отношения сигнал/шум на выходе вейвлет-фильтров – измерения представлены на рис. 2.

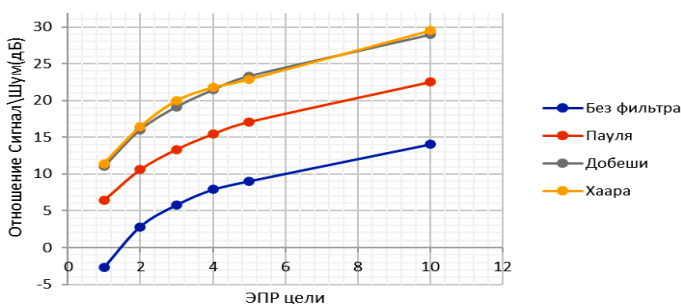


Рис. 2. Результаты измерения отношения сигнал/шум на выходе вейвлет-фильтров

Была рассчитана зависимость дальности обнаружения от ЭПР с учетом применения вейвлет-фильтров Хаара, Добеши, Пауля и без фильтрации при вероятности правильного обнаружения не ниже 0,7 и вероятности ложной тревоги не хуже $10E-4$. Результат оценок зависимости дальности обнаружения от ЭПР с использованием вейвлет-фильтров Хаара, Добеши, Пауля и без фильтра представлен на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что вейвлет-фильтрация позволяет увеличить дальность обнаружения целей более чем в два раза.

Были получены зависимости дальности обнаружения цели от скорости движения носителя с использованием фильтров Хаара, Добеши, Пауля и без фильтрации (рис. 4).

Из рис. 4 видно, что при увеличении скорости движения носителя дальность обнаружения уменьшается, но вейвлет-фильтрация позволяет повысить дальность обнаружения.

Таким образом, разработан программный комплекс (ПК) на основе Simulink MatLab-модели для исследования вейвлет-фильтрации РЛ-сигналов ФКМ и ЛЧМ. ПК включает в себя формирователь

РЛ-сигналов, модель радиолокационного канала ММО РЛС с аддитивным шумом и доплеровским каналом и блоком имитации цели для передачи/приема РЛ-сигналов, вейвлет-фильтрации и оценки эффективности обнаружения.

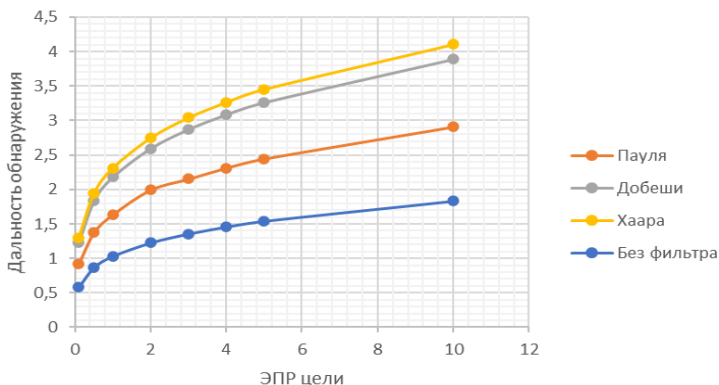


Рис. 3. Результат оценок зависимости дальности обнаружения от ЭПР с использованием вейвлет-фильтров Хаара, Добеши, Пауля и без фильтра

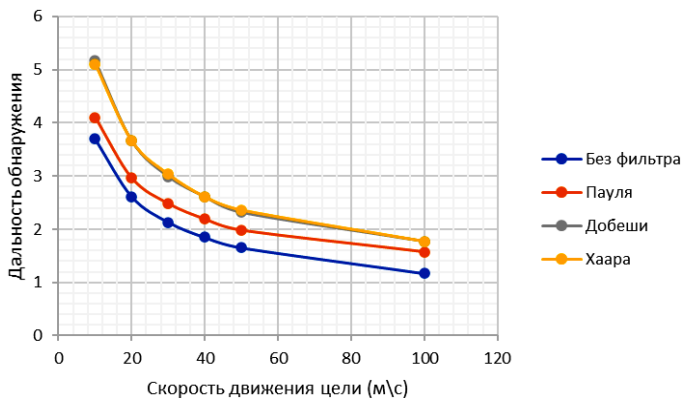


Рис. 4. Зависимость дальности обнаружения цели от скорости движения носителя

Разработаны Simulink MatLab-модели вейвлет-фильтров Хаара, Добеши и Пауля. Проведены испытания, показано, что вейвлет-фильтрация позволяет увеличить дальность обнаружения малоразмерных наземных объектов более чем в два раза, также показано, что при больших скоростях носителя снижение дальности обнаружения может быть компенсировано за счет вейвлет-фильтрации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голиков А.М. Системы цифровой радиосвязи: учеб. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 340 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – 3-е изд., перераб. и доп.; пер. с англ. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.

УДК 621.396.41

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА НЕОРТОГОНАЛЬНОГО МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА PD-NOMA

А.В. Романов, магистрант каф. РТС;

А.Д. Конопля, магистрант каф. ТОР

*Научный руководитель Я.В. Крюков, н.с., доцент каф. ТОР, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, garfil09@list.ru*

Проведено исследование технологии PD-NOMA с помощью моделирования в ПО MatLab. Исследована помехоустойчивость систем связи с технологией PD-NOMA при QPSK-манипуляции обоих каналов передачи данных. Показано, что использование PD-NOMA позволяет значительно увеличивать спектральную эффективность при том же ресурсе канала связи.

Ключевые слова: PD-NOMA, QPSK, OFDM, BER, SNR.

Технология PD-NOMA (Power Division Non-Orthogonal Multiple Access) основана на распределении пользователей по мощности сигнала (мощностной домен) в одном временном-частотном ресурсе, что позволяет добиться увеличения спектральной эффективности. Выходной сигнал будет являться суперпозицией сигналов всех пользователей, где каналу с высокими затуханиями будет присваиваться большая мощность, а каналу с меньшими будет присваиваться меньшая мощность [1].

Поскольку PD-NOMA использует распределение по мощности, выходной сигнал является суперпозицией двух сигналов с различными мощностными коэффициентами.

$$S = X_1 \cdot \sqrt{p_1} + X_2 \cdot \sqrt{p_2},$$

где p_1 , p_2 – мощности сигналов, которые в сумме должны давать выходную мощность передатчика; X_1 , X_2 – сигналы, которые необходимо передать [2, 3].

При использовании QPSK-манипуляции сформированное созвездие сигнала при использовании PD-NOMA имеет вид, представленный на рис. 1.

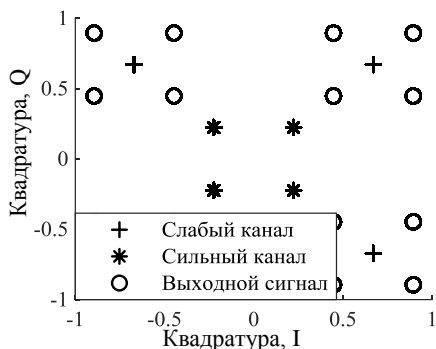


Рис. 1. Сигнальные созвездия выходного сигнала PD-NOMA

Для демодуляции и разделения каналов используют метод SIC (Successive Interference Cancellation). Сначала выделяется канал с самой большой мощностью, демодулируется, после чего он заново модулируется и вычитается из основного сигнала. На выходе получается модулированный сигнал с меньшей мощностью, который поступает на демодулятор. В случае если используется несколько каналов, то этот процесс повторяется до тех пор, пока не дойдет до самого слабого канала [2, 3].

Моделирование системы передачи PD-NOMA в MatLab. Был проведен ряд экспериментов с применением математической модели в ПО MatLab для определения помехоустойчивости PD-NOMA.

Схема модели представлена на рис. 2.

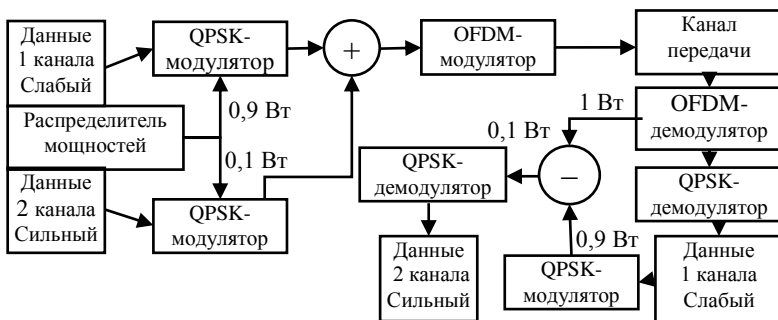


Рис. 2. Схема модели PD-NOMA

Был сформирован сигнал по технологии PD-NOMA с использованием QPSK-модуляции и двумя сигналами с мощностными коэффициентами 0,9 и 0,1 Вт. Для удобства канал передачи с мощностью

0,9 Вт назван слабым, с мощностью 0,1 Вт – сильным. В канале передачи сигнал был зашумлён с помощью белого аддитивного гауссовского шума. Для оценки канала передачи рассчитывалось значение битовой ошибки при разных соотношениях сигнал/шум. Для сравнения помехозащищённости канала передачи было также проведено моделирование без использования PD-NOMA при использовании QPSK и 16-QAM манипуляций.

На рис. 3 представлены графики отношений частоты битовой ошибки (BER) от соотношений сигнал/шум (SNR).

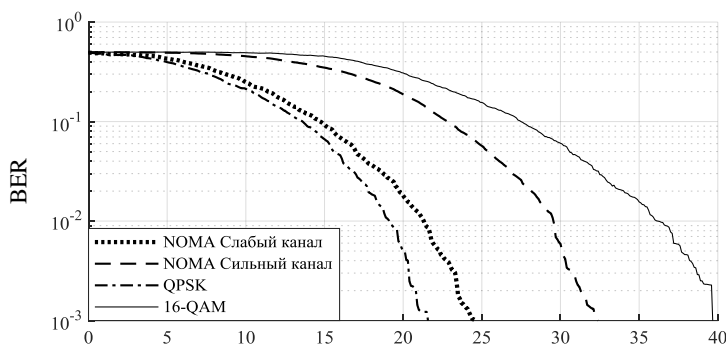


Рис. 3. Отношения BER к SNR

По результатам моделирования видно, что каналы передачи PD-NOMA менее помехозащищённые, чем обычный QPSK-сигнал, зато более помехозащищённые, чем канал передачи с использованием манипуляции 16-QAM. При этом количество данных, передаваемых одним OFDM-символом с PD-NOMA и QPSK, равняется количеству данных в одном OFDM-символе с 16-QAM.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда в рамках проекта 21-79-00160 «Распределение ресурсов связи в телекоммуникационных системах с неортогональным множественным доступом».

ЛИТЕРАТУРА

1. Ding Z., Liu Y., Choi J., Sun Q., Elkashlan M., I C-L., Poor H.V. Application of Non-orthogonal Multiple Access in LTE and 5G Networks // Submitted to IEEE Communication Magazine [A].
2. Zhiguo Ding and Wei Liang. NOMA – A Paradigm Shift for Multiple Access for 5G and Beyond.
3. Yuya Saito, Yoshihisa Kishiyama, Anass Benjebbour, Takehiro Nakamura, Anxin Li, and Kenichi Higuchi. Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA) for Future Radio Access.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОЙ РЛС

М.Т. Рудаков, студент каф. РТС

*Научный руководитель А.М. Голиков, с.н.с., доцент каф. РТС, к.т.н.
Проект ГПО РТС-1803. Разработка системы передачи данных БПЛА
повышенной дальности действия
г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru*

Проведены разработка и исследование модели сверхширокополосной РЛС (СШРЛ). СШРЛ предназначена для обнаружения и распознавания малоразмерных объектов. Проведен обзор методов и описаний алгоритмов построения СШРЛ, разработана Simulink MatLab-модель СШРЛ и проведены исследования эффективности обнаружения на ее основе.

Ключевые слова: сверхширокополосная РЛС, СШП, обнаружение, приёмник, передатчик, распознавание, МИС, ПЛИС, MatLab, Simulink, ЛЧМ.

Сверхширокополосный радиолокатор (UltraWideBand – UWB) – это радиолокатор, у которого ширина спектра сигнала значительно более 25% от центральной частоты. Излучение в таком радиолокаторе происходит в виде одиночных импульсов или нескольких периодов колебания на центральной частоте. В типовых случаях длительность импульса находится в пределах от 100 пс до 1,5 нс, центральная частота – в диапазоне от 650 МГц до 5 ГГц, а ширина спектра – до нескольких гигагерц. Для UWB-радиолокаторов характерно не только использование сверхкоротких импульсов, но также очень низкий уровень излучаемой мощности. Тем не менее при уровнях средней мощности излучения в несколько милливатт можно достичь рабочей дальности от нескольких метров до нескольких километров [1].

Модель системы СШРЛ. Модель изображена на рис. 1. Основные блоки модели: генератор прямоугольных импульсов (Radar Pulse Generator), тракт радиопередачи (RF Subsystem), блок цели (Target), тракт радиоприёма (Receiver Front End), блок цифровой обработки сигнала (Rx Module).

Модель тракта радиопередачи представлена на рис. 2. Модель состоит из преобразователя частоты (смеситель – S-parameters Mixer), полосового фильтра (LC Bandpass Pi), усилителя (TWT Amplifier) и выходной антенны. Также присутствуют вычислительные блоки [RMS → dB(1 ohm) → in] для расчёта значения мощности на выходе.

Модель радиоприёмного тракта представлена на рис. 3.

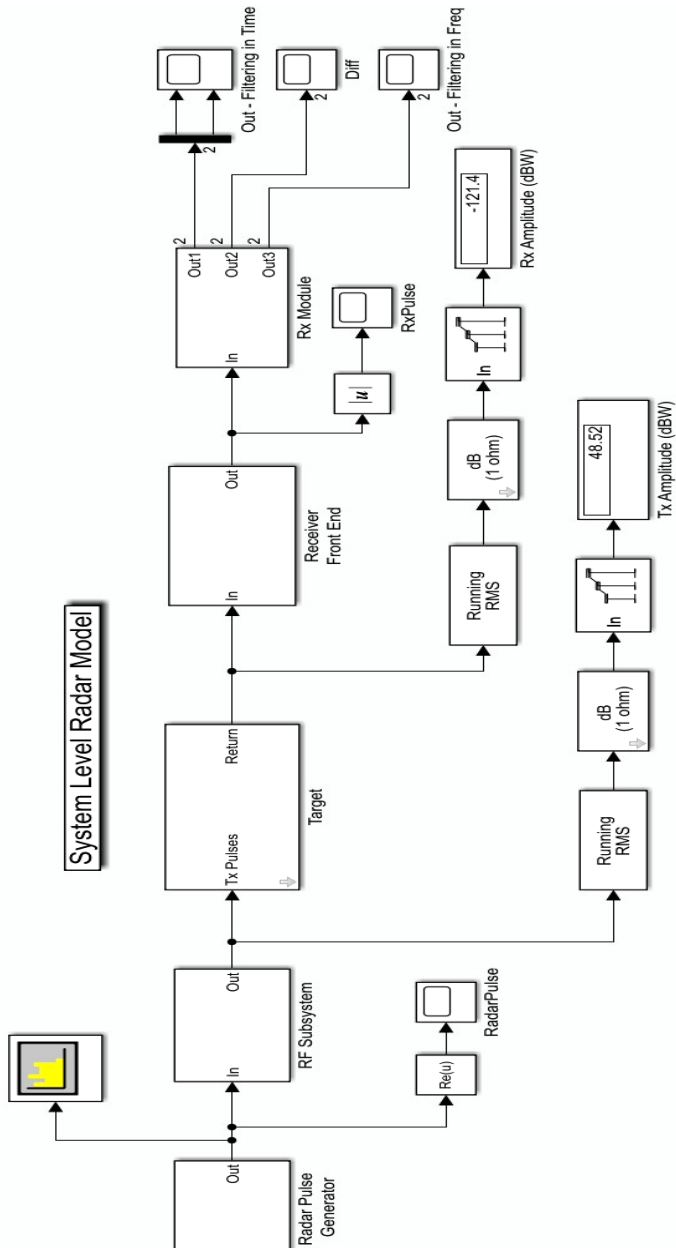


Рис. 1. Simulink MatLab-модель СИРЛ

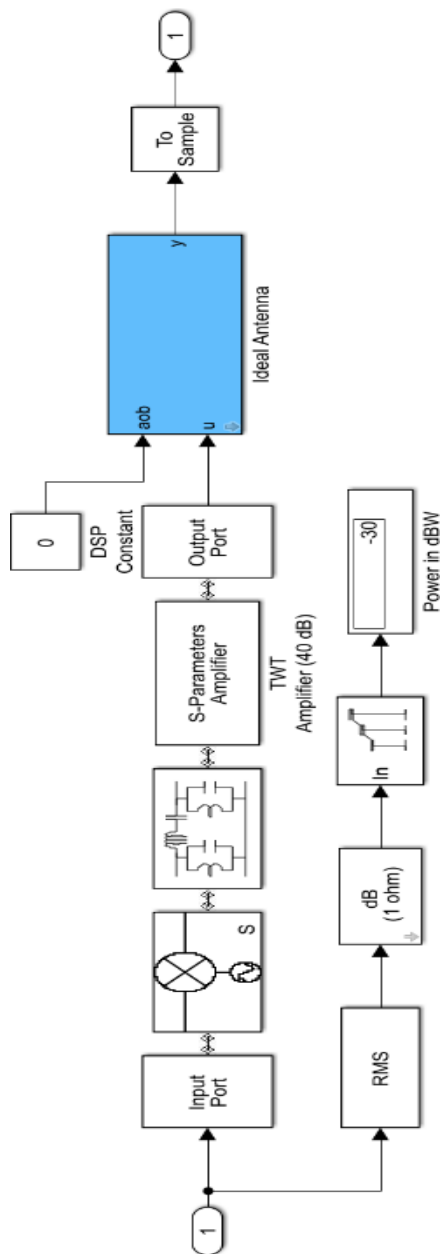


Рис. 2. Simulink MatLab-модель радиопередающего тракта

Она включает блок, имитирующий шумовую компоненту (шумовая температура – Noise Temperature), входную цепь, выполняющую фильтрацию, преобразователь частоты (Downconverter), усилитель (S-parameters Amplifier) и вычислительные блоки, рассчитывающие мощностные показатели после приёма сигнала и после обработки принятого сигнала.

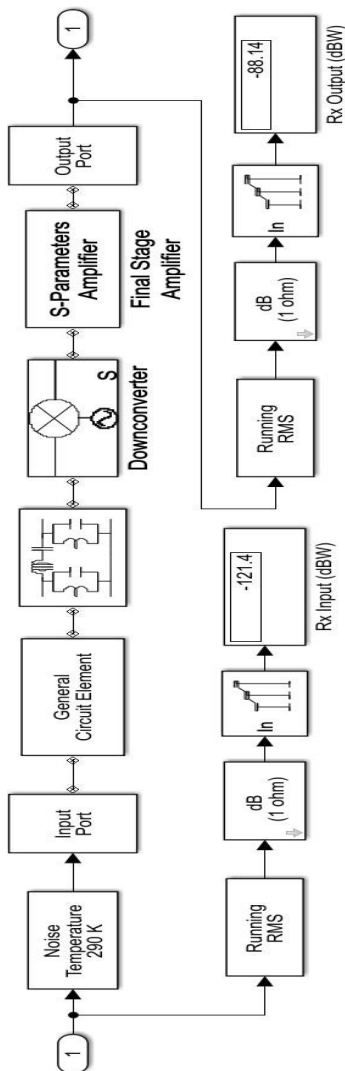


Рис. 3. Simulink MatLab-модель радиоприемного тракта

В структурную ячейку, отвечающую за модель цели (см. рис. 3), вводятся параметры цели – дистанция до цели, скорость передвижения цели и ЭПР.

С использованием модели была рассчитана зависимость дальности обнаружения от ЭПР с учетом применения вейвлет-фильтров и без фильтрации при вероятности правильного обнаружения не ниже 0,7 и вероятности ложной тревоги не хуже $10E-4$. Результат оценок зависимости дальности обнаружения от ЭПР представлен на рис. 4.

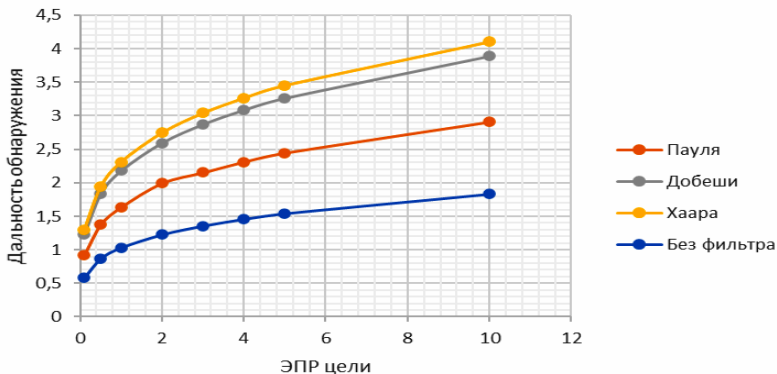


Рис. 4. Результат оценок зависимости дальности обнаружения от ЭПР

Таким образом, была разработана и исследована модель СШРЛ с доплеровским каналом и аддитивным шумом, блоком имитации цели, что позволило провести оценки эффективности обнаружения для СШРЛ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чапурский В.В. Избранные задачи теории сверхширокополосных радиолокационных систем. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 279 с. УДК 621.376

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ РАДИОЛОКАЦИОННОГО КАНАЛА МИМО

А.Н. Соломеина, магистрант каф. РТС

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

Проведено исследование радиолокационного канала МИМО на базе Simulink MatLab-модели. Исследована помехоустойчивость канала с технологией МИМО для различного числа антенн, видов модуляции М-PSK, видов каналов распространения радиоволн. Показано, что использование МИМО позволяет значительно увеличить ско-

рость передачи информации и увеличить помехоустойчивость систем передачи информации.

Ключевые слова: MIMO, M-PSK, Simulink MatLab, канал передачи данных.

MIMO (Multiple Input Multiple Output; множественные входы, множественные выходы) – метод пространственного кодирования сигнала, позволяющий увеличить полосу пропускания канала, при котором для передачи данных используются две и более антенны и такое же количество антенн для приёма. Передающие и приёмные антенны разнесены настолько, чтобы достичь минимального взаимного влияния друг на друга между соседними антеннами. Технология MIMO используется в беспроводных системах связи Wi-Fi, WiMAX, LTE для увеличения пропускной способности и более эффективного использования частотной полосы. Фактически MIMO позволяет в одном частотном диапазоне и заданном частотном коридоре передавать больше данных, т.е. увеличить скорость. Достигается это за счёт использования нескольких передающих и принимающих антенн. Блок-схема системы MIMO представлена на рис. 1.

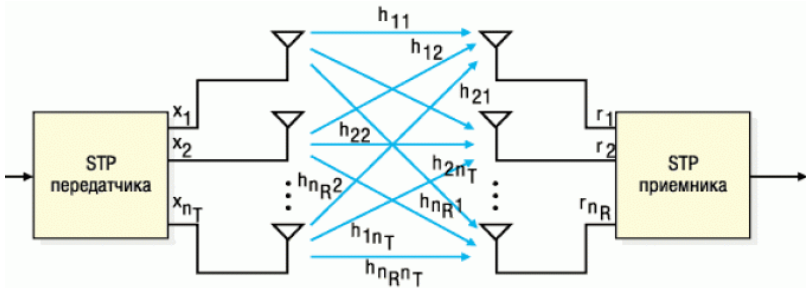


Рис. 1. Блок-схема системы MIMO

В зависимости от конфигурации оборудования и количества используемых антенн можно получить двукратное, трёхкратное и до восьмикратного увеличение скорости. Обычно в беспроводных сетях используется одинаковое количество передающих и принимающих антенн, и записывается это как, например, 2×2 или 3×3 . То есть если видим запись MIMO 2×2 , значит, две антенны передают сигнал и две принимают. Например, в стандарте Wi-Fi 802.11ac один канал шириной 20 МГц даёт пропускную способность 866 Мбит/с, тогда как в конфигурации MIMO 8×8 объединяются 8 каналов, что даёт максимальную скорость около 7 Гбит/с. Аналогично и в LTE MIMO – потенциальный рост скорости в несколько раз. Для полноценного ис-

пользования MIMO в сетях LTE необходимы MIMO антенны, так как, как правило, встроенные антенны недостаточно разнесены и дают малый эффект. И конечно, должна быть поддержка MIMO со стороны базовой станции [1, 2].

Моделирование системы передачи в MATLAB. В данной работе рассматривается следующая модель с использованием модуляции M-PSK.

В модели содержится генератор последовательности битов, настраиваемые модулятор и демодулятор PSK, счетчик ошибок приема битов (Bit Error Rate, BER), а также реализация каналов передачи двух видов: с применением технологии MIMO 4x4 и добавлением аддитивного белого гауссовского шума; прямой канал с шумом (рис. 2).

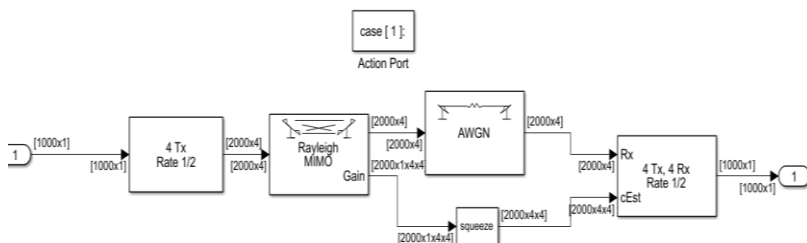


Рис. 2. Линия передачи с применением MIMO 4x4

Управление данной схемой выполнено в скрипте. Выполняется автоматическое переключение видов модуляции и соотношение сигнал/шум (Signal Noise Rate, SNR). Результат работы модели представлен на рис. 3 и 4, рассматривается изменение BER в зависимости от SNR и с применением MIMO или без него.

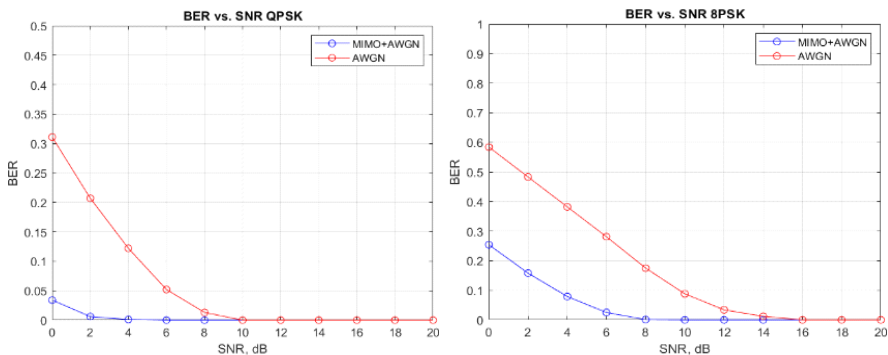


Рис. 3. Соотношение BER от SNR с модуляцией QPSK и 8-PSK

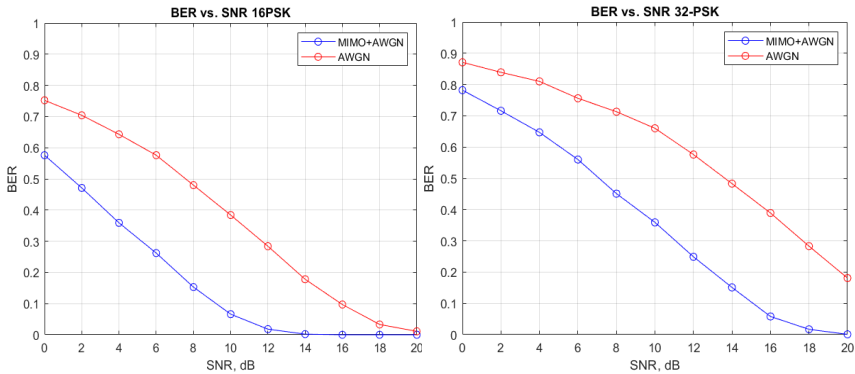


Рис. 4. Соотношение BER от SNR с модуляцией 16-PSK и 32-PSK

Как видно из результатов выше, с увеличением количества символов возрастает требование к соотношению сигнал/шум. Но при использовании MIMO можно достигнуть уменьшение порога данного соотношения для качественной связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голиков А.М. Системы цифровой радиосвязи: учеб. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 340 с.
2. Технология MIMO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kubaninternet.ru/tehnologija-mimo.html> (дата обращения: 28.09.2021).

УДК 621.396.41

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО КОДИРОВАНИЯ MIMO

*А.Н. Соломеина, магистрант каф. РТС;
Д.В. Митченков, магистрант каф. ТОР;
Д.А. Покаместов, доцент каф. ТОР, к.т.н.;
Я.В. Крюков, доцент каф. ТОР, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, anastasiya.solomeina@mail.ru*

Многоантенные системы (MIMO) позволяют увеличить пропускную способность, но из-за межканальной интерференции уменьшается помехоустойчивость. Повысить помехоустойчивость можно применяя пространственно-временное кодирование (STBC). Самым простым примером такого кодирования является схема Аламути, которая будет рассмотрена в данной статье.

Ключевые слова: 5G New Radio, MIMO, пространственно-временное кодирование, STBC, пространственное разделение каналов, Аламути.

В современном мире системы связи постоянно развиваются, загруженность сети увеличивается. Для качественного обслуживания современных систем связи необходимо увеличение пропускной способности, что можно достичь с помощью повышения помехоустойчивости. Один из способов увеличить помехоустойчивость – это применение многоантенной системы MIMO (Multiple-Input-Single-Output). Для реализации такой системы используют разные подходы, например, пространственно-временное кодирование или пространственно-временное мультиплексирование. В рамках данного научного исследования рассмотрена модель системы связи с ортогональным пространственно-временным кодированием по схеме Аламоути.

Пространственно-временное блочное кодирование (STBC – Space time block code) – используется в системах беспроводной связи для увеличения помехоустойчивости и скорости передачи [1].

Схема пространственно-временного кодирования для двух передающих антенн называется схемой Аламоути (рис. 1).

Операция пространственно-временного кодирования выполняется за два временных интервала длительностью t . Два комплексных информационных символа S_1 и S_2 передаются одновременно через антенны 1 и 2.

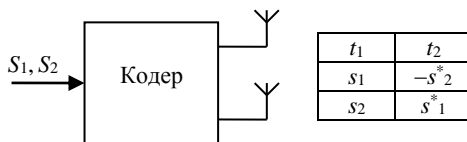


Рис. 1. Пространственно-временной кодер по схеме Аламоути

Передача информации происходит одновременно по двум пространственно разнесенным антеннам в течение двух тактов, т.е. выполняется пространственно-временное кодирование.

По схеме Аламоути пространственно-временная матрица имеет вид

$$S = \begin{bmatrix} s_1 & -s_2^* \\ s_2 & s_1^* \end{bmatrix}, \text{ тогда } S_1 = \begin{bmatrix} s_1 & -s_2^* \end{bmatrix}, \quad S_2 = \begin{bmatrix} s_2 & s_1^* \end{bmatrix},$$

где S_1 и S_2 – последовательность символов первой и второй антенны.

Скалярное произведение векторов S_1 и S_2 равно нулю, т.е. данные векторы являются взаимно ортогональными.

Такая схема обеспечивает порядок разнесения антенн $2M$ (M – целое положительное число) без использования информации о состоянии канала на передающей стороне. Взаимная ортогональность пере-

даваемых потоков в схеме Аламоути позволяет использовать такой порядок разнесения.

Достичь увеличения информационной эффективности в условиях многолучевого распространения сигнала, т.е. повысить помехоустойчивость можно, используя технологию пространственного разнесения (MIMO) [2]. На рис. 2 приведена исследуемая схема системы связи с применением технологии MIMO.

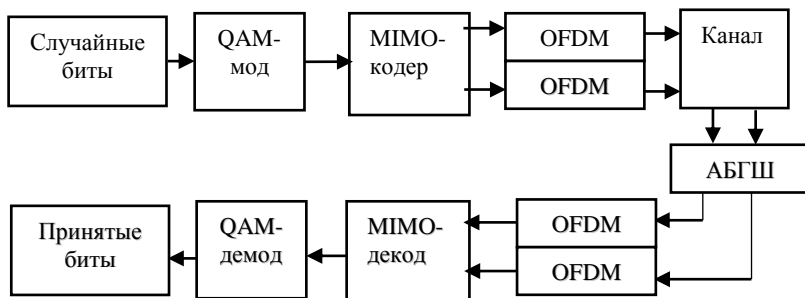


Рис. 2. Структурная схема модели системы связи с MIMO

Случайный поток бит поступает на вход QAM-модулятора. Далее вектор комплексных символов поступает в MIMO-кодер, где осуществляется пространственно-временное кодирование. После в соответствии с пространственно-временным кодированием антенны излучают определенную информацию о передаче в определенный момент времени и каждый поток передается отдельной антенной, кодирующая матрица поступает в OFDM-модулятор, далее сигналы искажаются, что описывается коэффициентами канала. Затем добавляется АБГШ, и полученный сигнал отправляется на демодулятор OFDM. Далее в декодере MIMO решается задача разделения и оценки принятых сигналов. После производится демодуляция для получения принятой битовой последовательности. Результаты моделирования приведены на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что технология MIMO имеет преимущество над остальными конфигурациями антенн и является более помехоустойчивой. Например, при MIMO вероятность битовой ошибки 10^{-4} достигается при отношении сигнал/шум 5 дБ, в то время как для SIMO (Single-Input-Multiple-Output) и MISO (Multiple-Input-Single-Output) такая вероятность достигается при 18 дБ.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда. Проект № 21-79-00160.

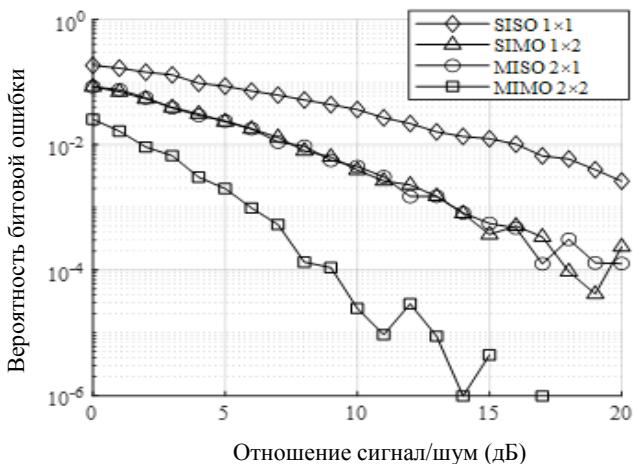


Рис. 3. Зависимость вероятности битовой ошибки от отношения сигнал/шум при разной конфигурации MIMO

ЛИТЕРАТУРА

1. Alamouti S.M. Space-time block coding: A simple transmitter diversity technique for wireless communications/ S.M. Alamouti // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. – Oct. 1998. – Vol. 16. – P.1451–1458.
2. Бакулин М.Г. Технология MIMO: принципы и алгоритмы / М.Г. Бакулин, Л.А. Варукина, В.Б. Крейнделин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 245 с.

ПОДСЕКЦИЯ 4.3

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Председатель – Кузьмина Е.А., доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.;
зам. председателя – Колтайс А.С., преподаватель каф. КИБЭВС

УДК 004.85

АПРОБАЦИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ МОДЕЛИ ПО ОЦЕНКЕ БЛАГОНАДЁЖНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ

А.А. Гриценко, Е.И. Васильев, А.В. Байгулова, студенты каф. БИС

Научный руководитель А.С. Колтайс, ст. преп. каф. КИБЭВС

Проект ГПО КИБЭВС-1703. Методика работы с системой СПАРК

г. Томск, ТУСУР, alexei.gritsenko20.01@gmail.com

Анализируются подлежащие автоматизации изменения в математической модели для оценки благонадёжности индивидуальных предпринимателей, а также проводится её апробация для последующего использования при проверке контрагентов на материальные и репутационные риски.

Ключевые слова: машинное обучение, классификация, математическая модель, благонадёжность, контрагент.

В современном мире способность к коммуникации является важной как для понимания собеседника, так и для достижения взаимовыгодных отношений с контрагентами. Но её одной может быть недостаточно для безопасного получения пользы обеим сторонам, так как случаи мошенничества и банкротства не перестают уведомлять о себе. По данным Федресурса, за 2021 г. количество сообщений о реализации имущества у физических лиц и индивидуальных предпринимателей выросло на 62% по сравнению с предыдущим годом [1]. Таким образом, каждого контрагента необходимо проверять на благонадёжность для избежания материальных и репутационных рисков. Грамотное определение благонадёжности занимает время, а для его сохранения следует автоматизировать данный процесс. Выполнению этой задачи способствует машинное обучение, а именно классификаторы данных.

На текущий момент уже была реализована и апробирована математическая модель по оценке благонадёжности индивидуальных предпринимателей [2–4]. Для её проверки использовались методы опорных векторов, k -ближайших соседей и дерева принятия решений.

Первые два метода располагают контрагентов в n -мерном пространстве, где за размерность отвечает число критериев, влияющих на оценку. Метод опорных векторов старается разделить объекты разных классов гиперплоскостью, которая должна быть максимально удалена от точек для минимизации ошибок. Впоследствии для оценки новых контрагентов необходимо лишь хранить уравнение данной границы, а также расстояние до ближайших объектов.

В свою очередь, методу k -ближайших соседей необходимо знать координаты всех известных объектов, так как требуется просчитывать расстояние до них от новой точки. Во время этих расчётов стоит запоминать k -ближайших, так как именно по ним будет определяться, к какому классу принадлежит оцениваемый объект – благонадежен контрагент или нет.

Дерево принятия решений по своей структуре состоит из веток, в которых находится оценка критерия(ев), а заканчивается она листьями, которые определяют конечный результат анализа. Таким образом, данный метод строит граф, рёбра которого направляют оцениваемые объекты к нужному результату.

Во время совершенствования математической модели оценки ИП были добавлены несколько критериев:

- стоп-фактор по вхождению ИП в реестр недобросовестных поставщиков;
- критерий о наличии аффилированности ИП.

Автоматизация аффилированности индивидуальных предпринимателей – трудно реализуемая задача, так как требует установления взаимосвязей между участниками крупных проектов через анализ документов и договоров предпринимателя. Это приводит к временному исключению данного критерия для апробации модели. Оставшееся изменение было принято для оценивания данных по модели.

Для проверки модификаций ранее имеющаяся выборка, состоящая из 7 653 российских ИП, была дополнена введённым стоп-фактором. Была проведена апробация с использованием тех же трёх методов машинного обучения для сравнения точности полученных моделей с уже имеющимися.

Модели ещё до добавления критериев делали предсказания с высокой точностью, поэтому полученные усовершенствованные модели обучались несколько раз на отдельных частях всего изначального набора данных, а после усреднялись. Усреднённые модели были использованы для предсказания на всём наборе данных. В итоге, модель, построенная на дереве принятия решений, верно классифицировала 7 651 ИП, модель на методе опорных векторов – 7 652 ИП, модель на методе k -ближайших соседей – 7 651 ИП.

Результаты определения благонадёжности до и после добавления стоп-фактора приведены в таблице.

Сравнительный анализ модификации модели

Точность	Дерево принятия решений	Метод опорных векторов	Метод k -ближайших соседей
До изменений, %	99,93	99,93	99,96
После изменений, %	99,97	99,98	99,97

В результате апробации были получены модифицированные модели, являющиеся более точными в сравнении с ранее полученными. Так как никаких изменений кроме добавления стоп-фактора внесено не было, то повышенную точность можно объяснить тем, что появилась дополнительная информация об индивидуальных предпринимателях, благодаря которой ранее спорные случаи стали классифицироваться верно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Банкротство в России: итоги 2021 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fedresurs.ru/news/a57795a8-e1f1-4e2e-ba8b-da58725127e2> (дата обращения: 20.03.2022).

2. Васильев Е.И., Мануилова Д.Е., Осипенко А.В. Метод k -ближайших соседей для апробации математической модели по проверке благонадёжности индивидуальных предпринимателей // Матер. X регион. науч.-практ. конф. – Томск, 2021. – С. 59–62.

3. Осипенко А.В., Мануилова Д.Е., Гриценко А.А. Проверка благонадёжности индивидуальных предпринимателей с помощью метода опорных векторов // Матер. X регион. науч.-практ. конф. – Томск, 2021. – С. 293–296.

4. Гриценко А.А., Васильев Е.И., Козлова Н.А. Построение модели оценки благонадёжности контрагента индивидуального предпринимателя на основе метода дерева принятия решения // Матер. X регион. науч.-практ. конф. – Томск, 2021. – С. 322–326.

УДК 331.446.4

ПРОФИОРИЕНТАЦИОННОЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ СОТРУДНИКОВ В ОРГАНИЗАЦИИ И КАНДИДАТОВ ПРИ ПРИЕМЕ НА РАБОТУ

*Р.Д. Сахарбеков, А.Е. Гужов, студенты каф. КИБЭВС
Научный руководитель С.В. Глухарева, преп. каф. КИБЭВС
Проект ГПО КИБЭВС-2005. DIGITAL HR
г. Томск, ТУСУР, gsv@fb.tusur.ru*

Работа посвящена вопросам профориентационного и психологического тестирования действующих сотрудников и кандидатов при

приеме на работу для проверки на соответствие требованиям предприятий, во избежание негативных последствий в организации, к которым может привести работа некомпетентного и неуравновешенного сотрудника. Были проанализированы наиболее подходящие профориентационные тесты и тесты на определение психологического типа личности при помощи метода экспертных оценок. Осуществлена проверка согласованности экспертных оценок с помощью коэффициента конкордации. Для выявления профессиональной направленности и психологического тестирования сотрудников в рамках ГПО создана коммуникативная цифровая платформа. Получены данные о психологическом типе сотрудника и его профориентационной расположенности, это поможет более качественно вести работу с сотрудниками и избежать множества негативных последствий.

Ключевые слова: профориентация, тестирование, цифровая платформа, эксперт, оценка.

Актуальность проведения психологического и профориентационного тестирования заключается в том, чтобы нанимать на работу более подходящих сотрудников для организации, учитывая психологический тип сотрудника и его профориентационную расположенность, или присмотреться уже к действующим сотрудникам, ведь тестирование сотрудников – это один из способов оценить знания и потенциал, а также лучше понять психологические особенности человека.

Например, с помощью тестов можно узнать о том, что мотивирует сотрудника работать, есть ли у него потенциал к работе в продажах или руководству, насколько человек конфликтен и стремится к риску, удовлетворен ли сотрудник работой. Учитывание таких факторов поможет организации лучше вести рабочую деятельность, и, следовательно, приведет к лучшим результатам. В данной работе была поставлена задача проверки сотрудника на профориентационную расположенность и наличие необходимых психологических навыков. На первом этапе были определены необходимые тесты, а также их сравнительный анализ по разным критериям (рис. 1).

Была проведена экспертная оценка. Степень согласованности экспертов оценивали по величине коэффициента конкордации W . Был рассчитан коэффициент конкордации W (рис. 2). Так как $W \in [0; 1] = 0,651144$, оценка экспертов является объективной.

Тесты 1-4 и 14-17 (см. рис. 1) внедряем в нашу систему на веб-сайте. В итоге получаем набор тестов, который сотрудник может пройти. После прохождения ряда тестов получаем психологические данные и данные о профориентационной расположенности (рис. 3, 4).

№	Название	Интересуемые оцениваемые качества	Понятливость вопросов	Понятливость результатов
1	Г.Ю.Айзенк «Личностный опросник»	+	+	+
2	Опросник Кеттелла для подростков	+	+	+
3	Лидерский потенциал	+	+	+
4	Белбина «Ваши роли в команде»	+	-	-
5	«Формула темперамента по Белову»	+	-	-
6	Интеллектуальный потенциал	+	-	-
7	Тест Айзенка на IQ	+	-	-
8	Тест ММРП	+	-	-
9	Прогрессивные матрицы Равена	+	-	-
10	Worldwide IQ Test	-	-	-
11	16 PF	+	-	-
12	СМОЛ	+	-	-
13	Опросник Карла Юнга	+	-	-
14	Тест на профориентацию по методике академика Е.А. Климова	+	+	+
15	Опросник профессиональных склонностей (методика Л. Йовайши в модификации Г. Резапкиной)	+	+	+
16	Методика «Профиль» (методика карты интересов А. Голомштока в модификации Г. Резапкиной)	+	+	+
17	Методика «Тип мышления» (методика в модификации Г. Резапкиной)	+	+	+

Рис. 1. Сравнение тестов по различным критериям

Тест\Эксперт	1	2	3	Сумма	d	d ²
1	12	17	14	43	16	256
2	14	11	13	38	11	121
3	17	13	11	41	14	196
4	10	9	9	28	1	1
5	5	4	3	12	-15	225
6	8	8	10	26	-1	1
7	4	5	5	14	-13	169
8	6	7	6	19	-8	64
9	7	6	7	20	-7	49
10	16	1	2	19	-8	64
11	3	3	4	10	10	100
12	9	10	8	27	0	0
13	2	2	1	5	-22	484
14	15	12	15	42	15	225
15	1	15	17	33	6	36
16	13	14	12	39	12	144
17	11	16	16	43	16	256
			ср. сумма=	27	S=	2391
m=17						
k=3	S=сумма(d ²)			S= 2391		
	Smax=1/12*(k ² *(m ³ -m))			Smax = 3672		
	W=S/Smax			W= 0,651144		

Рис. 2. Вычисленный W после расставления оценок экспертами



Рис. 3. Результаты после прохождения тестирования на психологический тип личности

Видно, что потенциальный сотрудник быстро сходится с людьми и общителен. Но из-за непоседливости и недостаточной усидчивости понятно, что что-то серьезное давать такому сотруднику не стоит.

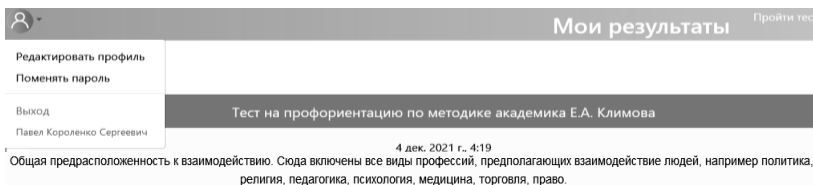


Рис. 4. Результаты после прохождения профориентационного тестирования

По результатам двух тестов из семи предложенных на платформе, мы получили базовое представление о личности сотрудника, это поможет работодателю принять решение при найме сотрудника, а именно в выборе для него подходящей должности в соответствии с его профориентационной расположенностью и психотипом. Также по результатам опроса тестирующихся, было получено мнение, что результаты тестов сходятся с действительными чертами характера и интересами людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальность и методы отбора персонала. Проблемы и пути их решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-i-metody-otbora-personala-problemy-i-puti-ih-resheniya> (дата обращения: 13.10.2021).

2. Коэффициент конкордации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studref.com/355501/statistika/koeffitsient_konkordatsii (дата обращения: 9.11.2021).

3. Создание веб-приложения с помощью Flask в python 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-make-a-web-application-using-flask-in-python-3-ru> (дата обращения: 28.08.2021).

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ
БЛАГОНАДЕЖНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ**

Д.Е. Мануилова, А.В. Байгулова, студентки каф. БИС;

Н.А. Козлова, студентка каф. КИБЭВС

Научный руководитель А.С. Колтайс, ст. преп. каф. КИБЭВС

*Проект ГПО КИБЭВС-1703. Методика работы с системой СПАРК
г. Томск, ТУСУР, daryamanuilova@mail.ru*

Была усовершенствована модель оценки благонадежности индивидуальных предпринимателей, позволяющая минимизировать всевозможные риски в сфере предпринимательской деятельности, своевременно предпринять ряд корректирующих мер для улучшения положения контрагента-ИП.

Ключевые слова: благонадежность, математическая модель, индивидуальный предприниматель, контрагент, предпринимательская деятельность, критерии оценивания.

По данным аналитической службы международной аудиторско-консалтинговой сети FinExpertiza, в 2021 г. по сравнению с предыдущим годом в Российской Федерации (РФ) был замечен рост показателя регистрации в качестве индивидуальных предпринимателей (ИП) на 36,2% [1]. Также с 1 января 2022 г. в законодательстве РФ были введены важнейшие изменения для ИП, затрагивающие все этапы деятельности предпринимательской сферы [2]. Рост числа ИП и внедрение изменений в нормативно-правовые акты особо увеличивают риски столкнуться с контрагентом-ИП, которые могут допустить несоблюдение и ненадлежащее исполнение обязательств. Следовательно, возрастает необходимость оценки благонадежности индивидуальных предпринимателей с учетом представлений о нынешнем состоянии контрагентов-ИП в РФ и нововведений.

В ходе исследования была построена математическая модель оценки благонадежности контрагентов-ИП, которая позволяет осуществить доступную и объективную проверку без привлечения дополнительных специалистов [3]. Стоит отметить, что данная математическая модель была реализована с учетом нормативно-правовых актов Российской Федерации.

В математической модели на вход идут данные об анализируемом контрагенте, на выходе – итоговая оценка благонадежности контрагента. Выявленные критерии, используемые при оценке благонадежности контрагентов, были разбиты на две группы: стоп-факторы

(СФ) – факторы, наличие которых говорит о неблагонадежности контрагентов, и критерии оценки (К). Общий вид математической модели представлен в формуле (1):

$$\text{БИП} = \sum_{i=1}^7 K_i \times \text{СФ1} \times \text{СФ2} \times \text{СФ3}, \quad (1)$$

где БИП – благонадежность индивидуального предпринимателя; СФ1 – наличие сообщения кредитора о намерении обратиться в суд с заявлением о банкротстве; СФ2 – принято решение о процедуре исключения недействующего ИП из ЕГРИП; СФ3 – отсутствуют сведения в ЕГРИП; К1 – лицо привлечено к субсидиарной ответственности; К2 – ИП зарегистрирован более трех лет; К3 – ИП находится в реестре перечня лиц, на которое распространяется мораторий на банкротство; К4 – наличие заблокированных счетов; К5 – наличие незавершенных исполнительных производств и (или) индивидуальный предприниматель имеет недоимку или задолженность; К6 – участие в осуществлении закупок; К7 – наличие арбитражных дел в роли ответчика.

Каждому критерию оценки и стоп-фактору были присвоены баллы. Если стоп-фактор не был выявлен, то 1 балл, выявлен – 0 баллов. Аналогичным образом рассчитываются и критерии оценки; если нет негативных факторов, то 1 балл, иначе – 0 баллов. Благонадежным считается контрагент, набравший 4 балла и более, что составляет более 50% от максимального числа возможных баллов. Если контрагент имеет хотя бы один СФ, то он является неблагонадежным и дальнейшая проверка по модели не осуществляется.

Исходя из нынешней ситуации в Российской Федерации и нововведений в законодательстве РФ, касающихся сферы предпринимательской деятельности, было принято решение об усовершенствовании в проектной группе модели оценки благонадежности контрагентов-ИП. В связи с этим в модель оценки благонадежности ИП были добавлены критерий оценки и стоп-фактор, позволяющие оценить благонадежность контрагентов-ИП с учетом изменений: СФ4 – ИП входит в реестр недобросовестных поставщиков; К8 – наличие аффилированности ИП.

С учетом добавления общий вид математической модели преобразовался в следующий вид (2):

$$\text{БИП} = \sum_{i=1}^8 K_i \times \text{СФ1} \times \text{СФ2} \times \text{СФ3} \times \text{СФ4}. \quad (2)$$

Добавленный СФ4 представляет собой список недобросовестных поставщиков, в котором содержатся участники государственных закупок, нарушивших обязательства контракта. Наличие данного стоп-фактора свидетельствует об определении контрагента в качестве неблагонадежного.

Критерий оценивания К8 представляет собой влияние анализируемого ИП на деятельность других физических лиц, занимающихся предпринимательской деятельностью. Данный критерий не поддается автоматизации, но его следует учитывать при анализе контрагента, так как проверка аффилированности позволяет установить взаимосвязи между участниками крупных проектов, сделок, требующих одобрения. Именно наличие аффилированности у анализируемого контрагента позволяет снизить репутационные и финансовые риски.

Таким образом, разработанная в проектной группе модель оценки благонадежности контрагентов-ИП осуществляет проверку контрагента по критериям, установленным законодательством РФ. Усовершенствование данной модели способствует формированию актуального представления о состоянии контрагентов-ИП в РФ, так как эффективность сотрудничества с контрагентом зависит от того, насколько благонадежным является ИП именно в данный момент. Добавление новых критериев в модель способствует предотвращению и минимизации рисков, негативных факторов, которые могут возникнуть при сотрудничестве с ИП [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. В 2021 году регистрация новых индивидуальных предпринимателей увеличилась на треть. – Режим доступа: <https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2022/sokrash-i-p/> (дата обращения: 17.03.2022).
2. Что изменится для ИП в 2022 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kontur.ru/articles/1324> (дата обращения: 17.03.2022).
3. Козлова Н.А., Колтайс А.С., Устинов А.О. Модель оценки благонадежности индивидуальных предпринимателей // Сб. тр. XVIII Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 27–30 апреля 2021 г. – Т. 7. – С. 53–55.
4. Козлова Н.А., Колтайс А.С., Мануилова Д.Е., Байгулова А.В. Анализ использования методов математического моделирования для оценки благонадежности контрагентов // Матер. докл. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2021», Томск, 19–21 мая 2021 г.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ
Д.В. Иванова, М.В. Пилданов, Н.Е. Назаров, А.В. Грачев, студенты
Научный руководитель С.В. Глухарева, ст. преп. каф. КИБЭВС
Проект ГПО КИБЭВС-1902. Кадровая безопасность предприятия
г. Томск, ТУСУР, gsv@fb.tusur.ru

Приведен пример разработки модуля аналитической системы. Данный модуль дает данные по каждому сотруднику, что позволяет составить о нем полную характеристику, а также принимать решения по дальнейшему развитию сотрудника.

Ключевые слова: анализ данных, система кадровой безопасности предприятия, уровень благонадежности, автоматизированная система, визуализация, интерфейс.

В последнее время увеличивается поток данных. Программные решения требуют аналитической составляющей, чтобы строить планы развития и принимать решения по сотрудничеству. Существуют программы в системе BI для сбора, анализа и обработки данных (Power BI [1], Loginom 6.5, Orange и др.).

В ТУСУРе разработана рекомендательная «Система кадровой безопасности предприятия» (СКБП), определяющая уровень благонадежности сотрудников. Она определяется коэффициентом (уровнем) благонадежности сотрудника на основании выбранных ответов. В системе не было модуля, который позволял бы обрабатывать данные, анализировать их. Было принято решение разработать модуль обработки данных. Применение данного модуля в СКБП позволит структурировать данные, представить их с помощью различных визуальных инструментов [2] и т.д. Для разработки автоматизированной аналитической системы были использованы следующие инструменты: язык программирования TypeScript (фреймворк Vue.js), язык гипертекстовой разметки HTML и язык таблиц стилей CSS [3].

Вначале была спроектирована визуальная составляющая системы. С помощью языка гипертекстовой разметки HTML и языка для описания внешнего вида HTML-страницы CSS были сверстаны разделы, которые отражают аналитику. Она осуществлялась с помощью веб-фреймворка Bootstrap 5 [4], позволяющего быстро и эффективно верстать веб-страницы с помощью готовых HTML- и CSS-шаблонов [5]. Схема представлена на рис. 1.

Пользователь определяет основные фильтры для выбора информации. Затем система обращается к базе данных, где хранится инфор-

мация о результатах пройденных тестов. Согласно выставленным фильтрам, системе возвращается набор данных с результатами пользователей, которые уже обрабатывает автоматизированная аналитическая система и выводит результат на экран.

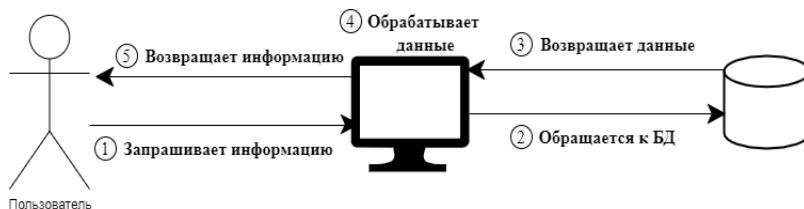


Рис. 1. Этапы создания аналитического модуля

Система имеет фильтры по должности, сотрудникам и диаграммам. Это позволяет, в частности, просмотреть, кто выполнил поставленную задачу (например, прошел тестирование) или не выполнил (например, не выполнили один из кейсов). Статистика помогает определить уровень благонадежности сотрудника, высчитывая общий балл по итогам прохождения анкеты, кейсов и тестов.

Данная система обработки данных была апробирована на двух предприятиях. Через нее прошли 160 человек, из них 140 имеют средний уровень благонадежности, 15 – высокий, 5 – низкий. Анализ данных помогает определить для сотрудников план развития: для тех, у кого высокий уровень благонадежности, разрабатывается карьерный план развития, у кого средний уровень благонадежности – план личного развития. Рассмотрим аналитику данных одной из компаний (рис. 2).



Рис. 2. Результаты анкетирования

Используя фильтры слева, можно определить, сколько человек, относящихся к определенной должности, успешно прошли анкету.

На странице с результатами тестирования (рис. 3) тоже присутствуют диаграммы разделения по должности, уровню благонадежности, а также общему числу сотрудников и тех, кто прошел тестирование. Есть раздел полной информации о количестве сотрудников, которые выполнили или не выполнили тесты.

Проанализировав результаты, можно сделать вывод о том, что многие сотрудники не успевают выполнить тест вовремя, что указывает на их неумение правильно распределять рабочее время.

После тестов представлен блок с аналитикой кейсов. Для кейсов аналогично тестированию представлен подробный анализ по среднему результату среди должностей с учетом времени на прохождение (рис. 4).

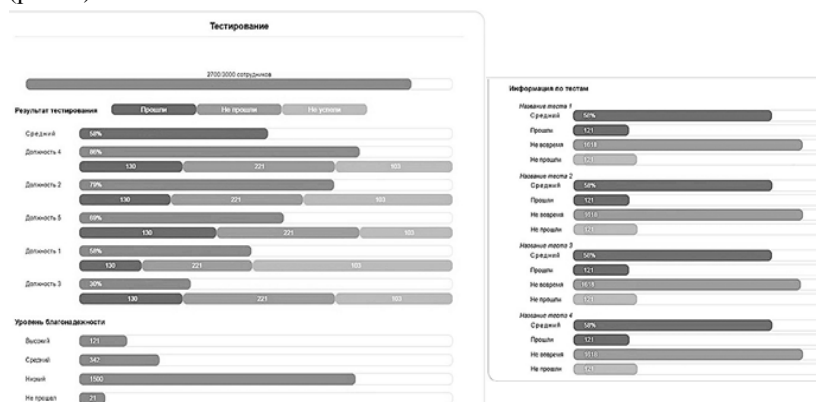


Рис. 3. Анализ прохождения тестов



Рис. 4. Результаты прохождения кейсов

Таким образом, разработанная автоматизированная система обработки данных с помощью аналитики нацелена на автоматизацию системы кадровой безопасности предприятия и имеет преимущества над другими комплексными программами. Во-первых, эффективность работы с большим потоком данных; во-вторых, независимость от сторонних разработчиков; в-третьих, широкий спектр возможностей, связанный с оценкой персонала; в-четвертых, детальный анализ уровня благонадежности каждого сотрудника. Разработанная система делает работу более эффективной и позволяет точно и наглядно определить, к какому уровню благонадежности относится каждый сотрудник.

ЛИТЕРАТУРА

1. Визуализация Power BI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://powerbi.microsoft.com/ru-ru/why-power-bi/>, свободный (дата обращения: 10.12.2021).
2. Инструменты для анализа данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.owox.ru/blog/articles/data-analysis-tools/>, свободный (дата обращения: 10.12.2021).
3. Вводный курс по TypeScript [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tproger.ru/translations/course-on-typescript/>, свободный (дата обращения: 15.12.2021).
4. Важные глобальные атрибуты [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bootstrap-5.ru/docs/5.1/getting-started/introduction/>, свободный (дата обращения: 13.12.2021).
5. Создание веб-сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/273795/>, свободный (дата обращения: 15.12.2021).

УДК 004.415

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ Т. СААТИ

А.В. Осипенко, Г.Р. Егле, Д.Е. Мануилова, студенты каф. БИС

Научный руководитель А.С. Колтайс, ст. преп. каф. КИБЭВС

*Проект ГПО КИБЭВС-1703. Методика работы с системой СПАРК
г. Томск, ТУСУР, psstkaa@yandex.ru, germanegle@gmail.com*

Была определена наилучшая информационно-аналитическая система (ИАС) по оценке благонадежности контрагентов с помощью метода анализа иерархий Т. Саати, рассмотрены преимущества и сделаны выводы о необходимых совершенствованиях реализуемой ИАС «Eqlent».

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, анализ, благонадежность, контрагент, метод анализа иерархий, усовершенствование.

В настоящее время как у организаций, так и у физических лиц большим спросом пользуются информационно-аналитические системы (ИАС), так как данные ресурсы позволяют проанализировать деятельность контрагентов и заключить сотрудничество с той или иной компанией. Данная причина способствует созданию собственной системы, которая облегчит процесс анализа, учтет ошибки и неудобства работы аналогичных систем. По данным российского рейтингового агентства RAEX, в России наибольшим спросом пользуются 21 ИАС, из которых только три имеют экспертную оценку выше 4 баллов [1]. Следовательно, необходимо проанализировать существующие ИАС на российском рынке, выявить эталонную систему, которая позволит сделать выводы о необходимом функционале системы и перенять его при реализации собственной ИАС «Eqlent» [2].

На данный момент ИАС «Eqlent» находится на этапе разработки, но несмотря на это, уже можно выделить некоторый набор преимуществ по сравнению с аналогичными системами:

1. Проверка контрагентов осуществляется с учетом отраслевой специфики, в том числе IT-сферы.

2. Использование уникальных методов математического моделирования для оценки ЮЛ и ИП.

3. Открытые методы определения благонадежности для пользователей, заинтересованных в проверке.

4. Автоматическое формирование отчетов проверки контрагентов.

5. Апробация математических моделей с применением машинного обучения.

6. Бесплатный доступ.

Для выявления наилучшей ИАС были отобраны 4 системы с наивысшей экспертной оценкой от RAEX. В работе использовался метод анализа иерархий Т. Саати [3], для которого были выделены 4 критерия оценки:

- оценка собранных данных;

- стоимость подписки;

- удобство интерфейса;

- частота обновлений.

В таблице представлены итоговые сводные результаты использования метода анализа иерархии Т. Саати.

Результаты применения метода анализа иерархий Т. Саати позволяют сделать следующий вывод: наилучшей ИАС является «СПАРК», так как у данной системы была рассчитана наибольшая итоговая оценка – 0,48. Именно возможности данной информационно-аналити-

ческой системы будут учитываться при разработке собственной системы «Eqlent».

Итоговая сводная таблица результатов

ИТОГ	Спарк	Глобас	Фира	CaseBook
Оценка собранных данных	0,163	0,078	0,044	0,048
Стоимость	0,129	0,069	0,023	0,008
Удобство интерфейса	0,049	0,033	0,019	0,002
Частота обновлений	0,144	0,144	0,033	0,012
СУММА	0,48	0,325	0,12	0,07

Стоит отметить, что предполагаемые внедряемые новшества обеспечат прежде всего повышение эффективности и качества проверки благонадежности контрагентов и в целом улучшение функционирования собственной информационно-аналитической системы. На данный момент большинство ЮЛ и ИП для проверки контрагентов используют ИАС как базу данных. При этом они не используют индексы и другие расчетные значения, предлагаемые системами, так как не могут правильно интерпретировать полученный результат из-за закрытости применяемых моделей. Избыточность лишней информации приводит к увеличению времени поиска и анализа необходимой информации, а отсутствие точной оценки влечет за собой необходимость привлечения высококвалифицированных специалистов, что не все компании и ИП могут себе позволить.

Таким образом, собственная ИАС «Eqlent» будет учитывать недостатки существующих на российском рынке ИАС. Разработанная система позволит минимизировать время на оценку благонадежности контрагентов, делая при этом проверку доступной и объективной, без привлечения дополнительных специалистов. Конечный продукт проекта, несомненно, будет востребован во всех областях, начиная с использования заинтересованными физическими лицами и заканчивая федеральными службами. Речь идет как о специалистах служб безопасности, руководителях компаний и бизнес-подразделений, так и о частных лицах, желающих повысить свою осведомленность в вопросах экономической безопасности. В связи с этим предлагаемая концепция реализации информационно-аналитической системы найдет широкое применение среди пользователей, заинтересованных в оценке благонадежности контрагентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рейтинг информационно-аналитических систем от RAEX: рынок солидарен с мнением независимых экспертов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://raex-a.ru/rankings/ias/2021> (дата обращения: 18.03.2022).

2. Егле Г.Р., Леонов Н.В., Мануилова Д.Е. Программная реализация информационно-аналитической системы для проверки благонадежности контрагентов // Матер. X регион. науч.-практ. конф. «Наука и практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения», Томск, 2021 г. – Томск: Изво ТУСУРа, 2021. – С. 287–290.

3. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т.Л. Саати, Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – С. 16–54.

УДК 004.67:578

АНАЛИЗ СВЯЗИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ПРИМЕРЕ ДАННЫХ ПО КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19

А.Р. Скокишина, студентка каф. БИС

Научный руководитель М.М. Немирович-Данченко, проф.

каф. КИБЭВС, д.ф.-м.н.

г. Томск, ТУСУР, a.skokshina@yandex.ru

Рассматривается наличие зависимости временных рядов друг от друга на примере данных коронавирусной инфекции COVID-19.

Ключевые слова: коронавирус, временные ряды, корреляция, коэффициент корреляции.

Начиная с 2020 г. в России и мире начались непростые времена, связанные с появлением новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Пандемия новой коронавирусной инфекции вызвана коронавирусом SARS-CoV-2 [1–3]. Для работы были выбраны несколько городов.

Города были выбраны не случайно, а именно:

Томск – плотность населения достаточно маленькая, климатические условия суровые.

Москва – достаточно плотный по населению город, умеренный климат. Является нашей столицей, и, соответственно, сведения о новостях и жизни данного города находятся в широком доступе.

Симферополь – средний по плотности населения город с тёплым климатом. Туристический город, находящийся вблизи моря. Со своей культурой и инфраструктурой, не похожий на наш провинциальный город и тем более на столицу.

Для работы были взяты 4 временных ряда: число новых случаев заболевания, число умерших, число вакцинированных (1 компонент), число вакцинированных полностью.

По каждому городу по ряду «число вакцинированных» (1 компонент) была произведена проверка на наличие аномалий. Было выявлено, что для каждой аномалии есть обоснование.

Были произведены расчеты парного и частного коэффициентов корреляции для каждого города, а затем произведена качественная оценка коэффициентов по шкале Чеддока. И по парному, и по частному коэффициенту корреляции в каждом из городов между рядами присутствуют связи. Данные коэффициенты были проверены на значимость с помощью сравнения с критическим значением [4]. Для наглядности представлены данные в табл. 1, 2.

Далее был рассчитан множественный коэффициент корреляции по 2 факторам, т.е. такое сочетание рядов, при котором МКК будет максимален. Расчеты были произведены для каждого ряда. В статье представлены по г. Томску [5].

Таблица 1

Парный коэффициент корреляции, Томск

ПКК	Число новых случаев заболевания	Число умерших	Вакцинация 1 компонент	Вакцинация (полностью)
Новые случаи заболевания	–			
Число умерших	Коэфф. не значим	–		
Вакцинация (1 комп.)	Умеренная связь	Коэфф. не значим	–	
Вакцинация (полностью)	Коэфф. не значим	Коэфф. не значим	Умеренная связь	–

Таблица 2

Частный коэффициент корреляции, Томск

ЧКК	Число новых случаев заболевания	Число умерших	Вакцинация 1 компонент	Вакцинация (полностью)
Новые случаи заболевания	–			
Число умерших	Коэфф не значим	–		
Вакцинация (1 комп.)	Умеренная связь	Коэфф. не значим	–	
Вакцинация (полностью)	Заметная связь	Коэфф. не значим	Умеренная связь	–

Для ряда «Число новых случаев заболевания» двумя влияющими факторами стали: вакцинация (1 компонент), вакцинация полностью.

Для ряда «Число умерших» двумя влияющими факторами стали: вакцинация (1 компонент), вакцинация полностью.

Для ряда «Вакцинация (1 компонент)» двумя влияющими факторами стали: число новых случаев заболевания, вакцинация полностью.

Для ряда «Вакцинация полностью» двумя влияющими факторами стали: вакцинация (1 компонент), число новых случаев заболевания.

Было выбрано три города разного размера, численности и климата. Кроме того, для работы использовались несколько рядов, которые и были проанализированы. В ходе чего было выявлено, что численность и климатические особенности города не влияют на взаимосвязи между рядами. Была обнаружена сильная и умеренная зависимость рассматриваемых факторов. Поэтому можно заметить, что активное вакцинирование людей несет положительный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Stolyarova L.G. Influence of the coronavirus epidemic on growth unemployment in Russia // PlosOne, 2020. – Vol. 1. – № 45 – P. 99–102.
2. Lerov S.N. Unemployment and coronavirus // Yournal of siberian federal university. – 2019. – Vol. 4. – P. 1–4.
3. Статистика распространения коронавируса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://coronavirus-monitor.info/country/russia/tomskaya-oblast/>, свободный (дата обращения: 21.10.2021).
4. Ивановская В.Ю. Изменение коэффициента множественной корреляции в зависимости от величины парных коэффициентов корреляции между признаками // Наука – производству. – 2019. – Т. 18, № 3. – С. 100–104.
5. Баджанов В.С. Применение корреляционного анализа для анализа // Southern almanac of scientific research. – 2020. – Т. 15, № 3. – С. 4–7.

УДК 65.011

ФОРМИРОВАНИЕ ОЧЕРЕДИ ПРОИЗВОДСТВА В СИСТЕМЕ AVA-LRPi

А.Е. Свиридова, студентка, каф. КИБЭВС;

П.А. Шелупанова, доцент, каф. БИС, к.э.н.

г. Томск, ТУСУР

Представлен опыт реализации задачи настройки формирования приоритета по узкому месту в производстве на предприятии приборостроения.

Ключевые слова: управление производством, AVA-LRPi, теория ограничений Голдратга, очередь производства.

Объектом исследования в данной работе является ООО «Завод ПСА «ЭЛЕСИ», занятого производством контрольно-измерительных и навигационных приборов и аппаратов.

Руководитель завода заинтересован в современных системах управления производством, позволяющих оптимизировать нагрузку на оборудование и персонал. Автоматизация выстраивания очереди

производства помогает лучше понять логику процесса производства, найти способы уменьшения издержек, что в конечном счете благоприятно сказывается на сокращении себестоимости продукции.

Очередь производства на ООО «Завод ПСА «ЭЛЕСИ» создается с помощью AVA-LRPi. Эта система управления производством, построенная на принципах теории ограничений Э.М. Голдратта. AVA-ERPi строит график запуска в производство, исходя из главного: точное изделие должно быть произведено точно вовремя при минимальных запасах и минимальном незавершенном производстве [1].

При помощи системы можно видеть свободные мощности в производстве, исключить ошибки в формировании очереди производства, максимизируя прибыль при минимизации издержек. В ходе выполнения практики была поставлена задача настройки системы по формированию приоритета по узкому месту в производстве.

Для того чтобы сформировать очередь производства, необходимо в AVA-ERPi выбрать дату, к которой нужно произвести необходимые изделия. Очередь производства формируется из многих факторов, включая запасы на складе, дату, к которой необходимо выполнить заказ, свободные станки и т.д.

Система наглядно показывает очереди производства и выделяет их цветами. Чёрный цвет означает, что изделие должно быть уже выполнено; красный – необходимо ставить в производство; желтый – подготавливать в производство; зелёный говорит о том, что его очередь ещё не наступила, можно подождать более срочного заказа или поставить в производство, если срочных заказов нет, так как есть время на выполнение и отгрузку заказчиком.

Рассмотреть очередь производства можно на рис. 1.

новых изделий						
Карточка	Закладки	Поиск	Ключевая позиция	Разработка дерева		
Колво	Макс. квант	Приоритет	Дата УМ	Получим не ранее	Состояние дерева	План. с
3	3	0	26.02.2022	25.02.2022	У технологов 28.01.2022	
2	2	0	26.02.2022	25.02.2022	Архив 15.12.2021	
6	2	19.29	26.02.2022	25.02.2022	Архив 01.02.2022	
6	3	21.22	26.02.2022	25.02.2022	Архив 01.02.2022	
8	2	24.02	26.02.2022	25.02.2022	Архив 01.02.2022	
6	5	26.52	26.02.2022	25.02.2022	Архив 01.02.2022	
2	2	26.52	26.02.2022	25.02.2022	Архив 01.02.2022	
40	30	26.52	26.02.2022	25.02.2022	Чтвердениз 25.02.2022	
5	5	30.31	26.02.2022	25.02.2022	Архив 15.11.2021	
6	6	30.31	26.02.2022	25.02.2022	Архив 01.02.2022	

Рис. 1. Очередь производства

Необходимой целью является исключить чёрные сигналы системы. В ходе анализа выявлено, что AVA-ERPi даёт информацию не о том, когда необходимо поставить заказ в производство, а срок, до ка-

кого числа это необходимо сделать, чтобы не было просроченных заказов производства.

В ходе работы была выполнена настройка формирования приоритета по узкому месту в производстве. Система только помогает и направляет, ставит четкий дедлайн запуска производства. В результате решения поставленной задачи в очереди приоритета исчезли просроченные заказы, что избавляет завод от нарушения исполнения сроков выполнения работ (рис. 2).

Колво	Макс. кварт	Приоритет	Дата УМ	Получено ранее	Состояние дерева	План стар	Запустить
2	2	15	01.03.2022	01.03.2022	Архив 01.02.2022	01.03.2022	2,00
1	1	0	01.03.2022	01.03.2022	Архив 01.02.2022	01.03.2022	1,00
5	15	0	01.03.2022	01.03.2022	Утверждено 25.02.2022	01.03.2022	15,00
1	1	2	01.03.2022	01.03.2022	Утверждено 01.02.2022	01.03.2022	1,00
1	1	0	01.03.2022	01.03.2022	Утверждено 01.02.2022	01.03.2022	1,00

Рис. 2. Результат изменения очереди приоритета

ЛИТЕРАТУРА

1. Теория ограничений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: goldrat!.indd (iptm-nntu.ru) (дата обращения: 08.03.2021).
2. AVA-LRPi-система № 1 для управления производством [Электронный ресурс]. – Режим доступа: LRPi-система на основе теории ограничений Голдратта | AVA ERP (дата обращения: 08.03.2021).
3. Описание производственной модели AVA ERP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Описание производственной модели AVA ERP (erp-online.ru) (дата обращения: 08.03.2021).

УДК 336.774

ВЛИЯНИЕ КРЕДИТНОГО РИСКА НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ БАНКА

В.В. Воробьева, студентка каф. КИБЭВС

*Научный руководитель П.А. Шелупанова, доцент каф. БИС, к.э.н.
г. Томск, ТУСУР, vlada_vorobyeva@mail.ru*

Выделены основные тенденции кредитования в экономике России. Установлено, что наибольшую долю занимает портфель коммерческого кредитования, риски которого значительно выше, чем при потребительском и ипотечном кредитовании. Рассмотрен алгоритм действий риск-менеджмента при управлении рисками кредитного портфеля, влияющих на экономическую безопасность банка.

Ключевые слова: экономическая безопасность, кредитные риски, кредитование, кредитный портфель.

Основным направлением коммерческой деятельности банков России является кредитование, в рамках которого присутствуют такие продукты, как коммерческие кредиты, потребительские кредиты, ипотечные кредиты и др. Соответственно, важнейшим аспектом системы банковского менеджмента является управление кредитным портфелем, в рамках процессов которого задачами выступают управление и распределение кредитных рисков.

По нашему мнению, кредитные риски для коммерческих банков являются одними из наиболее главных угроз, последствия наступления которых приводит к нарушению принципов обеспечения экономической безопасности организации.

Под понятием «кредитный риск» подразумевается «вероятное снижение размера прибыли банка из-за фактического наступления неспособности заемщика выполнять свои обязательства по обслуживанию долга и возврату кредитных средств» [1].

Актуальность исследования влияния кредитных рисков на экономическую безопасность банка формируется исходя из тенденции увеличения объемов кредитования в экономике России:

1. Динамика объема потребительского кредитования с 2016 по 2020 г. увеличилась с 5,86 до 14,9 трлн руб. При этом доля просроченной задолженности составляет 4,7% [2].

2. С 2012 по 2019 гг. доступность ипотеки для населения России выросла с 29 до 45%. По состоянию за 2020 г. 90 млрд руб. сделок на рынке первичного жилья были проведены при помощи ипотечного кредитования и лишь 32 млрд руб. при помощи собственных средств. На рынке вторичного жилья 203 млрд руб. сделок проведены с помощью ипотеки, а 187 млрд руб. – с помощью собственных средств. Доля просроченной задолженности составляет 1,46% [3].

3. В период с 2012 по 2020 г. динамика объема коммерческого кредитования предприятий в России увеличилась с 25 до 45 трлн руб. По данным за май 2021 г., объем коммерческого кредитования составлял 47,7 трлн руб. Доля просроченной задолженности портфеля коммерческих кредитов юридическим лицам составляет 5,8% [4].

Исходя из этого, кредитование для коммерческих банков России выступает важным направлением деятельности. Наибольшую долю занимает портфель коммерческого кредитования. Однако и его доля кредитных рисков более высокая, чем при потребительском и ипотечном кредитовании. Поэтому основная часть кредитных рисков банка, влияющих на его экономическую безопасность, связана с предоставлением услуг и кредитных продуктов юридическим лицам.

Для того чтобы кредитные риски имели минимальное негативное влияние на экономическую безопасность банков необходимо их

управление. С этой целью в организационно-управленческой структуре формируется отдельный департамент риск-менеджмента, стратегия работы которого состоит из очередности этапов, изображенных на рис. 1.

На первом этапе формируется стратегия кредитной политики банка, которая позволяет в дальнейшем определить основные группы кредитов, предлагаемых для клиентов (второй этап). На третьем этапе формируется определение структуры кредитного портфеля и его рисков, что в дальнейшем позволяет рассчитать необходимый фонд резервных средств под ссудный портфель (четвертый этап). В случае успеха, применяются различные инструменты риск-менеджмента кредитного портфеля банка (пятый этап). И если эффективность данной деятельности недостаточная – принимаются управленческие решения касательно разработки мероприятий повышения уровня качества управления кредитными рисками.

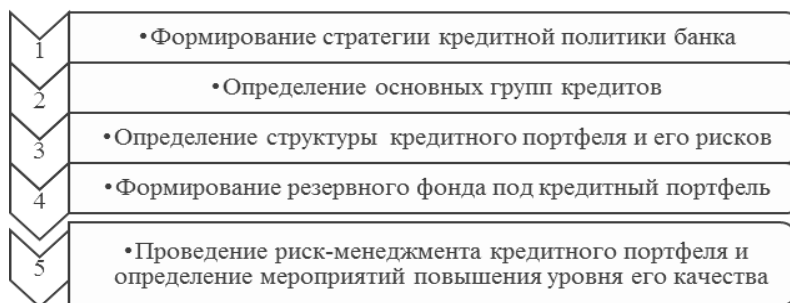


Рис. 1. Этапы стратегии управления кредитными рисками в коммерческом банке [5]

Таким образом, алгоритм действий менеджмента банка при управлении влиянием кредитных рисков на экономическую безопасность заключается в формировании стратегии кредитной политики, определении структуры ссудного портфеля, создании под нужды его управлением резервного фонда и определении мероприятий, при помощи которых возможно повышение уровня качества его формирования и управления. Тем самым будет обеспечен механизм защиты экономической безопасности коммерческого банка от влияния различной группы кредитных рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусейнов Р.М. Факторы снижения качества ссудной задолженности и трудности ее управления в кредитных организациях России // Финансовые рынки и банки. – 2021. – № 1. – С. 46–50.

2. Шиляева О.А. Анализ потребительского кредитования в России: динамика, тенденции, проблемы развития // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития. – 2020. – С. 284–286.

3. Итоги развития рынков ипотеки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://дом.рф/upload/iblock/e8b/e8b089e88ad8d89e195114ac8f554d7b.pdf> (дата обращения: 01.12.2021).

4. О развитии банковского сектора Российской Федерации в апреле 2021 года: Сайт «ЦБ РФ». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/32321/razv_bs_21_04.pdf (дата обращения: 01.12.2021).

5. Дьяков С.А. Управление кредитным риском в коммерческом банке / С.А. Дьяков, А.С. Матвеев, Д.П. Позоян // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 2. – С. 379–384.

УДК 316.334.2

ИНСТРУМЕНТЫ ПОВЫШЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

М.О. Ячmeneва, А.О. Канунникова, студентки;

П.А. Шелупанова, доцент каф. БИС, к.э.н.

г. Томск, ТУСУР, pibi-mne@yandex.ru

Рассмотрены основные инструменты повышения финансовой грамотности населения, её уровень, почему и для чего её следует изучать, существующие целевые группы и индекс финансовой грамотности.

Ключевые слова: финансовая грамотность, финансовые инструменты.

Целью данной работы является разбор инструментов для повышения уровня финансовой эрудиции населения.

Финансовая грамотность – это совокупность способностей, знаний, качеств человека в экономическом направлении, способствующая увеличению познаний в финансовой сфере и улучшению благосостояния человека.

В существующих условиях в нашей стране актуально повышение финансовой грамотности населения. Из-за таких факторов, как экономический кризис, санкции, пандемия, затруднение предлагаемых на рынке экономических услуг, расхождение финансовых познаний населения, государство формирует внутренние стратегии или программы бюджетного обучения. Этим объясняется появление Национальной стратегии повышения финансовой грамотности 2017–2023 гг. в Российской Федерации. В ней описываются приоритеты и задачи,

методы успешного достижения целей и решения проблем в области национального управления отношениями, возникающими в сфере повышения финансовой грамотности населения [1].

Население Российской Федерации делится на различные целевые группы с учетом образовательных, социальных и возрастных отличий:

- обучающиеся в учебных заведениях, профессиональных и высших образовательных учреждениях;

- граждане со средним уровнем дохода и ниже среднего, склонные к небезопасному виду финансового поведения в трудных жизненных ситуациях;

- пенсионеры и люди предпенсионного возраста и лица с ограниченными возможностями здоровья, которые испытывают сложности при осуществлении своих прав на финансовое обучение и их защиту.

Каждая целевая группа населения Российской Федерации использует различные инструменты повышения финансовой грамотности:

- первая целевая группа: учебники, олимпиады, общеобразовательные программы, информационные ресурсы в сети Интернет, преподавателей и учителей, прошедших переквалификацию в центре финансового просвещения, интерактивные материалы и игры, тематические мероприятия;

- вторая целевая группа: радио, телевидение, программы по повышению квалификации, веб-порталы, семинары и дни финансовой грамотности;

- третья целевая группа: консультанты финансовой организации (банк), полиграфия, популяризирующая финансовую грамотность, близкий круг общения, ориентирующийся в финансовой сфере, а также радио и телевидение.

Инструментами повышения финансовой грамотности являются средства, методы и информационные ресурсы, с помощью которых улучшается уровень знаний и навыков в области экономики.

С помощью вышеперечисленных инструментов человек становится финансово грамотным и овладевает такими признаками, как:

- ведение учета доходов и расходов;
- отсутствие кредитов;
- планирование бюджета;
- откладывание денежных средств;
- дополнительные источники дохода;
- бережливое ведение хозяйства.

По данным Центрального банка России, значение итогового российского индекса финансовой грамотности увеличилось, как показано на рис. 1. Подындексы финансовых знаний, финансового поведения и финансовых установок включены в индекс.

На основе данной статистики можно сделать вывод: инструменты повышения финансовой грамотности действительно увеличивают уровень знаний, навыков, способностей в экономической области, но индекс финансовой грамотности с 2017 по 2020 г. вырос незначительно. Это можно охарактеризовать только тем, что люди мало заинтересованы изучением данной темы, в связи с этим в будущем у них могут возникнуть негативные последствия, например, финансовое мошенничество, наличие невыгодных кредитов, отсутствие планирования бюджета, один источник дохода, дисбаланс доходов и расходов и т.п.

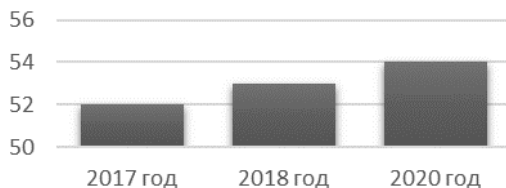


Рис. 1. Значение российского индекса финансовой грамотности

Именно поэтому необходимо изучать и пользоваться инструментами повышения финансовой грамотности, а особенно пенсионерам, которые с большей вероятностью подвергнуты обману со стороны мошенников.

Ссылаясь на данные Центрального банка России, среди граждан, относящихся к третьей целевой группе населения (в которую входят люди пенсионного и предпенсионного возраста), выросли доли респондентов, которые используют банковские карты и услуги. Одновременно с этим и выросла угроза финансовой безопасности жителей страны, и чтобы её избежать, необходимо в совокупности использовать представленные ниже инструменты.

В настоящее время существует большое количество литературы по финансовой грамотности, радио- и телепередач, интернет-ресурсов, которые помогают повысить уровень экономической грамотности. Также для этого Центральным Банком России в 2018 г. был разработан Университет Банка России, который предлагает курсы по финансовой грамотности бесплатно для всех желающих.

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение Правительства РФ от 25 сентября 2017 г. № 2039-р. Об утверждении стратегии повышения финансовой грамотности в Российской Федерации на 2017–2023 гг.

2. Банк России. Измерение уровня финансовой грамотности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cbr.ru/analytics/szpp/fin_literacy/fin_ed_intro/, свободный (дата обращения: 03.03.2022).

3. Университет Банка России. Повышение уровня финансовой грамотности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://university.cbr.ru/_wt/start_page, свободный (дата обращения: 03.03.2022).

4. Ковалева О.М. Анализ динамики уровня финансовой грамотности населения Российской Федерации в современных экономических условиях // Научные записки молодых исследователей. – 2018. – № 2. – С. 56–62.

5. Гизятова А.Ш. Новый инструмент инвестиции физических лиц в России / А.Ш. Гизятова, Н.М. Смолин // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2017. – Т. 3, № 10. – С. 118–123.

6. Коркин Р.И. Финансовая грамотность населения как фактор обеспечения экономической безопасности государства // Теория и практика общественного развития. – 2017. – № 12. – С. 105–107. DOI 10.24158/tipor.2017.12.22.

7. Кузнецов О.В. Институционализация финансовой грамотности взрослого населения России / О.В. Кузнецов, А.В. Иванов, Н.В. Воровский, И.С. Шевалкин // Финансы: теория и практика. – 2020. – Т. 24, № 1. – С. 34–45. DOI 10.26794/2587-5671-2020-24-1-34-45.

8. Белехова Г.В. Финансовая грамотность населения: демографические особенности и возможности повышения (на примере Вологодской области) / Г.В. Белехова, О.Н. Калачикова // Вестник Пермского университета. Сер.: Экономика. – 2019. – Т. 14, № 2. – С. 313–331. DOI 10.17072/1994-9960-2019-2-313-331.

9. Белокрылова О.С. Финансовая грамотность в мире цифровой экономики (региональный аспект) / О.С. Белокрылова, В.П. Кузнецова, Л.П. Вардомацкая // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2021. – № 1. – С. 102–107. DOI 10.22394/2079-1690-2021-1-1-102-107.

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.

А.Б. Кураков, А.Б. Гомбоин

Разработка информационной системы обработки изображений
с целью выделения паттернов движения человека 19

Р.К. Карпов

Разработка программного обеспечения оценки цвета кирпичей
на основе методов технического зрения 22

А.Б. Гомбоин, А.Б. Кураков

Клиентская часть веб-системы анализа походки человека
по скелетной модели 25

В.В. Рябухин

Алгоритм подготовки обучающей выборки методом классификации
типов поверхности изображений БПЛА 27

В.Т. Тран

Моделирование трехосного карданного подвеса
на беспилотных летательных аппаратах 30

И.А. Волгин

Модуль контроля за состоянием помещения для термотерапии 33

И.Н. Журба, М.Ю. Катаев

K-means-кластеризация типов земной поверхности
на основе яркостной гистограммы RGB-изображения 35

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.

А.Д. Большаков

Математическая модель процесса вытеснения давлением
воздуха жидкости из емкости 39

<i>Д.А. Дашкевич, М.В. Липовка</i>	
Узел системы управления лифтом, устройство контроля скорости лифта (УКСЛ)	42
<i>Л.А. Гембух, А.Е. Сахабутдинов</i>	
Концепция среды графического моделирования для микроконтроллеров на базе платформы STM32	45
<i>С.А. Климачев</i>	
Адаптация процесса прокатки листового металла в условиях возникновения поверхностных дефектов на основе совершенствования АСУТП прокатного стана	48
<i>А.М. Тернов, В.А. Мунгалов</i>	
Система управления устройством контроля веса продукции	51
<i>Д.К. Нгуен</i>	
Модифицированный метод автоматического наращивания областей для распознавания дефектов сварки.....	53
<i>А.Е. Сахабутдинов</i>	
Исследование структурно-функциональной схемы аппаратно-программного моделирования лабораторных установок	57
<i>Д.Е. Соколовский</i>	
Извлечение собственных именованных сущностей из медицинских дневников с помощью инструментов машинного обучения.....	60
<i>В.А. Журков-Шкаренда</i>	
Нейросетевая модель управления мощностью задвижки артезианской скважины.....	63

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.*

<i>Д.А. Андреевских, Р.Е. Коломников</i>	
Аутентификация по динамической рукописной подписи с отбором глобальных информативных признаков	68
<i>Н.П. Корышев</i>	
Построение нечёткого классификатора с помощью алгоритма китов для обнаружения сетевых атак на приложения интернета вещей	71
<i>Д.И. Новохрестова</i>	
Гибридная мера для сравнения записей слогов	75
<i>Д.И. Новохрестова</i>	
Реализация биологической обратной связи в рамках оценки качества речи	79
<i>Е.А. Останин</i>	
Увеличение точности определения мошеннических транзакций при помощи нейронных сетей	82

Р.О. Остапенко	
Алгоритм саранчи и его применение для формирования базы правил нечёткого классификатора	85
А.О. Слезкин	
Использование алгоритма поддержания популяционного разнообразия при оптимизации параметров нечеткого классификатора алгоритмом стаи ласточек	88
М.О. Светлаков	
Влияние выбора функции потерь на точность при обучении представлений с использованием данных электроэнцефалограммы для решения задачи идентификации субъекта	92

Подсекция 3.6

МОЛОДЕЖНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ

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

Н.Н. Арцемович	
Интеграция с промышленностью как фактор повышения конкурентоспособности факультета	95
Чень Жуйфэн, А.И. Солдатов, М.А. Костина	
Исследование ультразвукового, малоракурсного, теневого метода контроля композитных материалов	98
Е.М. Шульгин, И.О. Максиль	
Обработка сигналов с многоэлементных акустических датчиков на ПЛИС	101
О.В. Гальцева, Г.Н. Нариманова	
Наставничество научной проектной деятельности студентов вуза	103

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»

С.А. Селезнев, Р.Е. Богачев	
Реализация логистической веб-системы для грузоперевозок	107
Д.М. Лукьянов, И.А. Богданов	
Разработка программного обеспечения для моделирования процесса цеоформинга	111

<i>Л.В. Букреев</i>	Разработка серверной части платежной системы для фиатных валют 113
<i>Г.А. Игнатеня, К.С. Емельянов</i>	Программа нахождения железнодорожных путей на ортофотоплане 116
<i>А.С. Писанкин, А.Ю. Чепкасов, А.С. Гончаров</i>	Разработка алгоритма подбора обученных моделей методами оценки подобия данных 119
<i>Д.А. Колпашиникова, А.К. Гавря</i>	Разработка модуля численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений для КТ-NIMFA 121
<i>М.С. Курахтанов</i>	Разработка веб-приложения «SerenityTask» для развития навыков приоритизации задач студентов через игровые процессы 124
<i>А.В. Потеряева</i>	Система анализа и обработки телеметрических данных 128
<i>А.В. Куртукова, А.С. Романов</i>	Проблема искусственно сгенерированных исходных кодов в задаче идентификации автора программы 131
<i>А.П. Концевая, М.Д. Савин, И.В. Стародубцев, И.И. Титаренко</i>	Разработка программного модуля для тренировки навыков устной английской речи 135
<i>Р.Е. Богачев, С.А. Селезнев</i>	Проектирование веб-истемы терминалов продажи карт 138
<i>Д.С. Смирнов</i>	Сравнение методов коррекции яркости полученных с БПЛА изображений 141
<i>И.К. Ступин</i>	Разработка веб-сервиса по мониторингу состояния окружающей среды. 144

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

<i>Г.В. Белоус, Д.Д. Скоробогатов, А.Е. Резванова</i>	Моделирование распространения трещин в керамике из гидроксипатита 148
<i>И.В. Ковкин</i>	Программно-аппаратная реализация контроля сопротивления изоляции в системе электропитания космических аппаратов 151
<i>Д.Д. Скоробогатов, Г.В. Белоус, А.Е. Резванова</i>	Моделирование пористой структуры керамического материала 154

СЕКЦИЯ 4

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Подсекция 4.1

МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

*Председатель – Шелупанов А.А., президент ТУСУРа,
директор ИСИБ, проф., д.т.н.;*

зам. председателя – Новохрѣстов А.К., доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

А.Д. Алшаиби, М.М. АльАни, А.Я. Аль-Азави

Система обнаружения вторжений: систематическое изучение
подходов машинного обучения и глубокого обучения 158

К.И. Цимбалов, В.А. Мосейчук, Д.С. Бразин

Атака, нарушающая конфиденциальность и целостность
информации в АСУ ТП на основе открытого порта
при использовании протокола MODBUS TCP 161

В.В. Губарев

Модель единого информационного пространства
специализированной автоматизированной информационной системы 164

Д.С. Милько

Сложности реализации экспертной системы оценки угроз
безопасности информации 167

А.А. Полунин

Применение протоколов решения задач консенсуса в распределенных
системах вычислений на базе микросервисной архитектуры 170

П.М. Шипулин, А.Н. Шниперов

Обнаружение начала передачи в потоковом стеганоконтейнере
по времени 174

Д.Э. Вильховский

Алгоритм стегоанализа цветных изображений
в противодействие методу Коха–Жао 177

С.Г. Вьюгов

К вопросу об использовании пространства имён NETWORK
NAMESPACES для повышения защищенности сетевой
инфраструктуры инфокоммуникационных систем 180

А.А. Злыгостева

Объединение электроэнцефалограммы (ЭЭГ)
и электрокардиограммы (ЭКГ) в задачах аутентификации 183

Р.А. Смирнов, С.Н. Новиков

Анализ методик оценки угроз безопасности
объектов информатизации 186

Подсекция 4.2

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ И СРЕДСТВА ИХ ЗАЩИТЫ

*Председатель – Голиков А.М., доцент каф. РТС, к.т.н.
зам. председателя – Громов В.А., доцент каф. РТС, к.т.н.*

А.В. Лоскутникова, Е.Г. Чалова Фрактальная обработка радиолокационных изображений	190
Е.Г. Чалова, А.А. Мартынова, А.В. Лоскутникова, А.М. Голиков Разработка и исследование радиолокационного фрактального обнаружителя малоразмерных наземных объектов	193
А.А. Ефремова Поточное шифрование трафика NETWORK LTE-A	195
Д.С. Кирпичников, Н.И. Воронцов, Г.И. Ляхов, А.М. Голиков Исследование эффективности обнаружения и точности оценки координат малоразмерных наземных объектов доплеровской MIMO РЛС с использованием вейвлет-фильтрации сигналов.....	198
А.В. Романов, А.Д. Конопля Разработка и исследование метода неортогонального множественного доступа PD-NOMA	201
М.Т. Рудаков Исследование модели сверхширокополосной РЛС	204
А.Н. Соломеина Исследование модели радиолокационного канала MIMO	208
А.Н. Соломеина, Д.В. Митченков, Д.А. Покаместов, Я.В. Крюков Исследование моделей пространственно-временного кодирования MIMO	211

Подсекция 4.3

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

*Председатель – Кузьмина Е.А., доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.;
зам. председателя – Колтайс А.С., преподаватель каф. КИБЭВС*

А.А. Гриценко, Е.И. Васильев, А.В. Байгулова Апробация усовершенствованной модели по оценке благонадёжности индивидуальных предпринимателей	215
Р.Д. Сахарбеков, А.Е. Гужов Профориентационное и психологическое тестирование действующих сотрудников в организации и кандидатов при приеме на работу.....	217
Д.Е. Мануилова, А.В. Байгулова, Н.А. Козлова Усовершенствование модели оценки благонадёжности индивидуальных предпринимателей.....	221
Д.В. Иванова, М.В. Пилданов, Н.Е. Назаров, А.В. Грачев Разработка модуля обработки данных для системы кадровой безопасности предприятия.....	224

<i>А.В. Осипенко, Г.Р. Егле, Д.Е. Мануилова</i>	
Анализ информационно-аналитических систем с помощью метода анализа иерархий Т. Саати	227
<i>А.Р. Скокшина</i>	
Анализ связи временных рядов на примере данных по коронавирусной инфекции COVID-19.....	230
<i>А.Е. Свиридова, П.А. Шелупанова</i>	
Формирование очереди производства в системе AVA-LRPi	232
<i>В.В. Воробьева</i>	
Влияние кредитного риска на экономическую безопасность банка	234
<i>М.О. Ячmeneва, А.О. Капуникова, П.А. Шелупанова</i>	
Инструменты повышения финансовой грамотности населения.....	237

Научное издание

**Сборник избранных статей
научной сессии ТУСУР**

**По материалам
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 10.05.2022.
Формат 60×84¹/₁₆. Печать трафаретная. Печ. л. 15.5
Тираж 100 экз. Заказ 4.

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