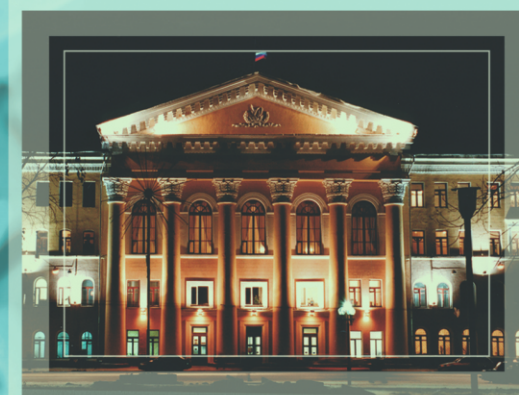


НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2025



**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

21–23 мая 2025 г. (в четырех частях)

Часть 2
г. Томск

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

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

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2025

Материалы
международной научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2025»

21–23 мая 2025 г., г. Томск

В четырех частях

Часть 2

ТУСУР
В-Спектр
Томск, 2025

УДК 621.37/.39+681.518 (063)

ББК 32.84я431+32.988я431

Н 34

Н 34 Научная сессия ТУСУР–2025: материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2025», Томск, 21–23 мая 2025 г.: в 4 частях. – Томск: ТУСУР (заказчик); В-Спектр (ИП Бочкарева В.М., исполнитель). – Ч. 2. – 324 с.

ISBN 978-5-902958-42-0

ISBN 978-5-902958-43-7 (Ч. 1)

ISBN 978-5-902958-44-4 (Ч. 2)

ISBN 978-5-902958-45-1 (Ч. 3)

ISBN 978-5-902958-46-8 (Ч. 4)

Материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых посвящены различным аспектам разработки, исследования и практического применения радиотехнических, телевизионных и телекоммуникационных систем и устройств, сетей электро- и радиосвязи, вопросам проектирования и технологии радиоэлектронных средств, аудиовизуальной техники, бытовой радиоэлектронной аппаратуры, а также автоматизированных систем управления и проектирования. Рассматриваются проблемы электроники СВЧ- и акустооптоэлектроники, нанофотоники, физической, плазменной, квантовой, промышленной электроники, радиотехники, информационно-измерительных приборов и устройств, распределенных информационных технологий, вычислительного интеллекта, автоматизации технологических процессов, в частности, в системах управления и проектирования, информационной безопасности и защиты информации. Представлены статьи по 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 978-5-902958-42-0

ISBN 978-5-902958-44-4 (Ч. 2)

© ТУСУР, 2025

Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2025», 21–23 мая 2025 г.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- Рулевский В.М. – председатель Программного комитета, ректор ТУСУРа, д.т.н., проф.;
- Куксенко С.П. – заместитель председателя Программного комитета, директор департамента науки и инноваций, д.т.н., доцент;
- Афанасьева М.А., нач. отд. международного сотрудничества ТУСУРа;
- Афонасова М.А., зав. каф. менеджмента ТУСУРа, д.э.н., проф.;
- Бабур-Карателли Г.П., к.т.н., PhD (TU Delft), научный сотрудник лаборатории радиооптики каф. ТОР ТУСУРа;
- Беляев Б.А., зав. лаб. электродинамики и СВЧ-электроники Института физики СО РАН, д.т.н., г. Красноярск (по согласованию);
- Ботаева Л.Б., руководитель направления по оказанию инжиниринговых услуг, АНО «Томский региональный инжиниринговый центр», к.т.н. (по согласованию);
- Васильковская Н.Б., доцент каф. экономики ТУСУРа, к.э.н.;
- Голиков А.М., доцент каф. РТС ТУСУРа, к.т.н., с.н.с.;
- Дмитриев В.М., проф. каф. КСУП ТУСУРа, д.т.н.;
- Еханин С.Г., проф. каф. КУДР ТУСУРа, д.ф.-м.н., доцент;
- Зариковская Н.В., доцент каф. АОИ ТУСУРа, к.ф.-м.н.;
- Зейниденов А.К., PhD, зав. каф. радиопизики НАО Карагандинский университет им. академика Е.А. Букетова, проф., г. Караганда (Казахстан) (по согласованию);
- 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., доцент;
- Костина М.А., доцент каф. УИ, к.т.н.;
- Костюченко Е.Ю., и.о. зав. каф. БИС ТУСУРа, к.т.н., доцент;
- Коцубинский В.П., зам. зав. каф. КСУП ТУСУРа, доцент каф. КСУП, к.т.н.;
- Красинский С.Л., декан ЮФ ТУСУРа, к.и.н.;
- Крозер В., проф., Университет Гёте, Франкфурт-на-Майне (Германия) (по согласованию);
- Куприянов Е.А., директор Центра по работе с талантливой молодежью ТУСУРа;
- Лукин В.П., зав. лаб. когерентной и адаптивной оптики ИОА СО РАН, д.ф.-м.н., проф., г. Томск (по согласованию);
- Малюк А.А., проф. отделения интеллектуальных кибернетических систем офиса образовательных программ, Институт интеллектуальных кибернетических систем НИЯУ МИФИ, к.т.н., проф., г. Москва (по согласованию);

- Малютин Н.Д., гл.н.с. НИИ Систем электрической связи, проф. каф. КУДР ТУСУРа, д.т.н.;
- Медовник А.В. – начальник научного управления, д.т.н., доцент;
- Мицель А.А., проф. каф. АСУ ТУСУРа, д.т.н.;
- Одинцов С.Д., гл.н.с., Институт пространственных исследований, ICE-CSIC, Барселона (Испания) (по согласованию);
- Озеркин Д.В., доцент каф. РЭТЭМ ТУСУРа, к.т.н.;
- Орлова В.В., зав. каф. ФиС ТУСУРа, д.соц.н., доцент;
- Оскирко В.О., технический директор ООО «Прикладная электроника», к.т.н. (по согласованию);
- Перин А.С., директор Передовой инженерной школы «Электронное приборостроение и системы связи» им. А.В. Кобзева, доцент каф. СВЧКР, к.т.н.;
- Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ ТУСУРа, к.фил.н., доцент;
- Разинкин В.П., проф. каф. ТОР, декан факультета радиотехники и электроники Новосибирского государственного технического университета, д.т.н., г. Новосибирск (по согласованию);
- Рогожников Е.В., зав. каф. ТОР ТУСУРа, к.т.н., доцент;
- Ромашко Р.В., член-корреспондент РАН, директор ИАПУ ДВО РАН, д.ф.-м.н., проф., г. Владивосток (по согласованию);
- Семенов В.Д., проф. каф. ПрЭ ТУСУРа, к.т.н., с.н.с.;
- Семенов Э.В., проф. каф. РСС ТУСУРа, д.т.н., доцент;
- Сенченко П.В., доцент каф. АОИ, к.т.н.;
- Суровцев Р.С., доцент каф. ТУ ТУСУРа, д.т.н.;
- Титов В.С., зав. каф. вычислительной техники Юго-Западного государственного университета, д.т.н., проф., заслуженный деятель наук РФ, академик международной академии наук ВШ, г. Курск (по согласованию);
- Троян П.Е., проф. каф. ФЭ ТУСУРа, д.т.н.;
- Труханов А.В., академик-секретарь Отделения химии и наук о Земле Национальной академии наук Беларуси, д.ф.-м.н., проф., г. Минск (Республика Беларусь) (по согласованию);
- Туев В.И., зав. каф. РЭТЭМ ТУСУРа, д.т.н., проф.;
- Ходашинский И.А., проф. каф. КСУП ТУСУРа, д.т.н.;
- Цветкова Н.А., доцент Высшей школы проектной деятельности и инноваций в промышленности института машиностроения, материалов и транспорта Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, к.т.н., г. Санкт-Петербург (по согласованию);
- Чжан Е.А., зам. директора по информационной политике Института космических и информационных технологий (ИКИТ), ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», к.т.н. (по согласованию);
- Шелупанов А.А., президент ТУСУРа, директор ИСИБ, д.т.н., проф.
- Шелупанова П.А., зав. каф. ЭБ ТУСУРа, к.э.н., доцент;
- Шурыгин Ю.А., советник при ректорате по комплексным вопросам функционирования университета ТУСУРа, зав. каф. КСУП, д.т.н., проф.;
- Шумилин А.Г., академик-секретарь Отделения физики, математики и информатики Национальной академии наук Беларуси, д.э.н., проф., г. Минск (Республика Беларусь) (по согласованию);

- Щербаков С.С., академик-секретарь Отделения физико-технических наук Национальной академии наук Беларуси, д.ф.-м.н., проф., г. Минск (Республика Беларусь) (по согласованию).

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

- Медовник А.В. – председатель Организационного комитета, начальник научного управления, д.т.н., доцент;
- Алябьева А.Д., студентка каф. ЭП, председатель Студенческого научного сообщества «Система»;
- Боберь Ю.Н., специалист по учебно-методической работе ОАиД;
- Климов А.С., председатель Совета молодых ученых, с.н.с. лаборатории плазменной электроники каф. физики, д.т.н.;
- Коротина Т.Ю., зав. аспирантурой, ОАиД, к.т.н.;
- Михальченко Т.С., специалист по работе с молодежью ОПиРШ;
- Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ, к.фил.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 – Аникин Алексей Сергеевич, доцент каф. РТС, к.т.н.; зам. председателя – Мещеряков Александр Алексеевич, доцент каф. РТС, к.т.н.
- Подсекция 1.2. Проектирование и эксплуатация радиоэлектронных средств. Председатель секции – Озёркин Денис Витальевич, доцент каф. РЭТЭМ, к.т.н., доцент; зам. председателя – Понамарев Дмитрий Евгеньевич, преподаватель каф. КИПР.
- Подсекция 1.3. Радиотехника. Председатель секции – Семенов Эдуард Валерьевич, проф. каф. РСС, д.т.н., доцент; зам. председателя – Артищев Сергей Александрович, и.о. зав. каф. КУДР, к.т.н.
- Подсекция 1.4. Интеллектуальные видеоинформационные технологии. Председатель секции – Курячий Михаил Иванович, проф. каф. ТУ, к.т.н., с.н.с.; зам. председателя – Каменский Андрей Викторович, доцент каф. ТУ, к.т.н.
- Подсекция 1.5. Системы беспроводной связи и интернета вещей. Председатель секции – Рогожников Евгений Васильевич, зав. каф. ТОР, к.т.н., доцент; зам. председателя – Дмитриев Эдгар, старший преподаватель каф. ТОР.
- Подсекция 1.6. Интеллектуальные системы проектирования технических устройств. Председатель секции – Шурыгин Юрий Алексеевич, советник при ректорате по комплексным вопросам функционирования университета, д.т.н., проф.; зам. председателя – Черкашин Михаил Владимирович, доцент каф. КСУП, к.т.н.

Секция 2. Электроника и приборостроение

Подсекция 2.1. Проектирование биомедицинских электронных и нанoeлектронных средств. Председатель секции – Еханян Сергей Георгиевич, проф. каф. КУДР, д.ф.-м.н., доцент; зам. председателя – Славникова Марина Михайловна, доцент каф. КУДР.

Подсекция 2.2. Разработка контрольно-измерительной аппаратуры. Председатель секции – Бомбизов Александр Александрович, начальник СКБ «Смена», к.т.н.; зам. председателя – Тренкаль Евгений Игоревич, доцент каф. КУДР, к.т.н.

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

Подсекция 2.4. Промышленная электроника. Председатель секции – Семенов Валерий Дмитриевич, проф. каф. ПрЭ, к.т.н., с.н.с.; зам. председателя – Михальченко Сергей Геннадьевич, зав. каф. ПрЭ, д.т.н.; Осирко Владимир Олегович, технический директор ООО «Прикладная электроника», к.т.н.

Подсекция 2.5. Оптические информационные технологии, нанофотоника и оптоэлектроника. Председатель секции – Перин Антон Сергеевич, директор Передовой инженерной школы «Электронное приборостроение и системы связи» им. А.В. Кобзева, доцент каф. СВЧиКР, к.т.н.; зам. председателя – Долгирев Виктор, ассистент каф. СВЧиКР, инженер ЛФИС Передовой инженерной школы «Электронное приборостроение и системы связи» им. А.В. Кобзева.

Подсекция 2.6. Электромагнитная совместимость. Председатель секции – Суровцев Роман Сергеевич, доцент каф. ТУ, д.т.н.; зам. председателя – Белоусов Антон Олегович, доцент каф. ТУ, к.т.н.

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

Подсекция 2.8. Робототехника. Председатель секции – Коцубинский Владислав Петрович, доцент каф. КСУП, к.т.н.; зам. председателя – Шандаров Евгений Станиславович, старший преподаватель каф. ЭП.

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, доцент каф. АОИ, к.т.н.; зам. председателя – Сидоров Анатолий Анатольевич, зав. каф. АОИ, к.э.н., доцент.

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

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

Подсекция 3.5. 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, декан ФИТ, и.о. проректора по УРИМД, к.ф.-м.н., доцент.

Подсекция 3.6. Инструментальные средства автоматизации проектирования, управления и обработки данных. 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., с.н.с.; зам. председателя – Громов Вячеслав Александрович, доцент каф. РТС, к.т.н.

Подсекция 4.3. Экономическая безопасность. Председатель секции – Шелупанова Полина Александровна, зав. каф. ЭБ, к.э.н., доцент; зам. председателя – Колтайс Андрей Станиславович, преподаватель каф. ЭБ.

Подсекция 4.4. Искусственный интеллект и его приложения. Председатель секции – Костюченко Евгений Юрьевич, и.о. зав. каф. БИС, к.т.н., доцент; зам. председателя – Новохрестова Дарья Игоревна, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

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, проф. каф. АСУ, д.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 – Цибульников Валерия Юрьевна, зав. каф. экономики, к.э.н., доцент.

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, доцент каф. менеджмента, декан ЭФ, к.э.н.

Подсекция 5.5. Современные социокультурные технологии в организации работы с молодежью. Председатель секции – Орлова Вера Вениаминовна, зав. каф. ФиС, д.соц.н., доцент; зам. председателя – Шевченко Лариса Владимировна, доцент каф. ФиС, к.филос.н.

Подсекция 5.6. Актуальные проблемы социальных коммуникаций в современном обществе. Председатель секции – Ким Максим Юрьевич, зав. каф. ИСР, к.ист.н., доцент; зам. председателя – Куренков Артем Валериевич, доцент каф. ИСР, к.ист.н.

Подсекция 5.7. Актуальные вопросы частного права в условиях цифровой трансформации. Председатель секции – Мельникова Валентина Григорьевна, доцент, зав. каф. ИГПиПОИД, к.ю.н.; зам. председателя – Часовских Кристина Викторовна, ст. преподаватель каф. ИГПиПОИД.

Подсекция 5.8. Современные тенденции развития российского права. Председатель секции – Ахмедшин Рамиль Линарович, проф. каф. ГПДиПД, д.ю.н.; зам. председателя – Алексеева Татьяна Александровна, доцент каф. ГПДиПД, 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 – Куприянов Евгений Александрович, директор Центра по работе с талантливой молодежью ТУСУРа; зам. председателя – Михальченко Татьяна Сергеевна, специалист по работе с молодежью ОПиРШ УНН.

Секция 8. Postgraduate and Master Students' Research in Electronics and Control Systems. Председатель секции – Покровская Елена Михайловна, зав. каф. ИЯ, доцент, 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 часть – 1-я секция (подсекции 1.1 – 1.6); 2-я секция (подсекции 2.1 – 2.8).

2 часть – 3-я секция (подсекции 3.1 – 3.6).

3 часть – 4-я секция (подсекция 4.1 – 4.4).

4 часть – 5-я секция (подсекция 5.1 – 5.8); 6-я секция.

7 секция – для школьников издается отдельным сборником.

Генеральные спонсоры

АО «НИИПП»



Томское региональное отделение
ООО «Союз машиностроителей России»



АО «НПФ «Микран»



ООО НПК «ТЕСАРТ»



АО «ИнфоТеКС»



ООО «Научные приборы и системы»



Спонсор

ООО «500M TEX.»



Генеральный спонсор конференции – АО «НИИПП»



АО «НИИПП»
niipp@niipp.ru
www.niipp.ru

634034, г. Томск,
ул. Красноармейская, 99а
Т.: +7 (382-2) 28-82-88,
28-84-83

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов» (АО «НИИПП») – одно из ведущих предприятий Госкорпорации «Ростех», флагман в области разработки и создания СВЧ-изделий и оптоэлектронных приборов ИК- и видимого диапазонов. Общество является одним из ведущих предприятий российской электронной промышленности, специализирующихся на разработке и выпуске полупроводниковых приборов в области СВЧ- и оптоэлектроники. По нескольким позициям ассортимента предприятие выпускает продукцию, не имеющую аналогов на отечественном рынке. Текущая деятельность АО «НИИПП» направлена на то, чтобы значительно повысить конкурентоспособность и технологический уровень, которые позволят поднять уровень производительности труда и занять устойчивые позиции на внутреннем и мировом рынках радиоэлектроники. В институте налажен полный цикл от разработки до выпуска готовых изделий.

Предприятие производит продукцию для ВПК и радиоэлектронную продукцию гражданского назначения (СВЧ-ЭКБ, светотехнику, медицинские приборы, промышленную электронику).

НИИПП основан в Томске в 1964 г. для разработки СВЧ- и оптоэлектронных изделий на основе полупроводниковых соединений АЗВ5. Исследование нового материала – арсенида галлия – предопределило вектор развития предприятия на последующие 60 лет.

В 1967 г. на базе института заработал завод по серийному выпуску полупроводниковых приборов. Начинаящий как научный институт, НИИПП и сегодня работает с ведущими вузами Томска: Томским государственным университетом систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), Томским политехническим университетом (ТПУ), Томским государственным университетом (ТГУ), Сибирским государственным медицинским университетом (СибГМУ). В 2022 г. у АО «НИИПП» появилась вторая площадка по производству металло-керамических изделий, которая расположена в Великом Новгороде.

АО «НИИПП» входит в состав Союза машиностроителей России, являясь опорным предприятием объединения в регионе.

С октября 2020 г. генеральный директор АО «НИИПП» Е.А. Монастырев возглавляет Томское региональное отделение «СоюзМаш России».

Научно-производственный потенциал АО «НИИПП»: 4 доктора наук, 5 аспирантов, 24 кандидата технических наук, 462 конструктора и технолога.

СВЧ-электроника – одно из главных направлений разработок на предприятии – это создание СВЧ-полупроводниковых приборов, таких как генераторные (диоды Ганна), смесительные, детекторные, настроенные диоды с барьером Шоттки и монолитные интегральные схемы. На предприятии разработаны настроенные корпусные и бескорпусные диоды дм-, см- и мм-диапазонов длин волн, кремниевые и арсенидогаллиевые варикапы и варикапные матрицы, предназначенные для применения в частотно-избирательных схемах дм-, м-, дециметрового и гектометрового диапазонов длин волн. Смесительно-детекторные диоды для ГИС мм- и субмиллиметрового диапазонов типа с балочными выводами стали основой для последующего создания широкого спектра монолитных интегральных схем (МИС) мм-диапазона.

Оптоэлектроника. Параллельно с СВЧ-электроникой в НИИПП развивалось направление оптоэлектроники – от создания первых ИК-диодов на арсениде галлия (базовая технология которых послужила основой для создания высокоскоростного светодиода и серии мощных излучающих ИК-диодов) до оптоэлектронных приборов. Оптоэлектронные приборы производства НИИПП нашли широкое применение в аппаратуре космического назначения, в системах атмосферной оптической связи, активно-импульсных приборах ночного видения, для управления движением объектов. Аппараты, в которых применялись изделия оптоэлектроники НИИПП, побывали в космосе.

Продукция гражданского назначения составляет около 30% от объемов производства и активно развивается в АО «НИИПП».

Лидирующее направление – **производство светотехнической продукции** (светодиодные светильники и лампы, более 100 наименований, более 25 патентов и авторских свидетельств в области разработки и конструирования светотехники). АО «НИИПП» предлагает энергоэффективную высококачественную светотехническую продукцию для освещения широкого спектра объектов. Светильники собраны на основе отечественной компонентной базы со степенью локализации в НИИПП, имеют все необходимые разрешительные сертификаты, лицензии и соответствия.

В 2022 г. АО «НИИПП» представило уникальный для российского рынка продукт – **зондовые станции** собственного производства,

предназначенные для измерений в области СВЧ-электроники. В 2022–2023 гг. выполнены поставки ручных зондовых станций Omega Air-150 СОАХ на ведущие российские предприятия радиоэлектронной промышленности, в измерительные центры и научные лаборатории; заключены контракты на поставку полуавтоматических зондовых станций Terra-200 СОАХ; предприятие готово также выполнять поставки программно-аппаратных комплексов (ПАК) для измерения параметров монолитных интегральных схем на неразделенных полупроводниковых пластинах. Полностью российское решение задачи импортозамещения в условиях санкций, при этом более эффективное по соотношению цена/качество по сравнению с любыми импортными аналогами.

Зарядные устройства для аккумуляторов «Кедр-Авто» производства АО «НИИПП» занимают первые места в рейтингах и конкурсах регионального и федерального уровня (в 2023 г. – «Автокомпонент года», «Лучшие товары Томской области»).

*Генеральный директор АО «НИИПП» –
Монастырев Евгений Александрович*

Генеральный спонсор конференции – АО «НПФ «МИКРАН»



АО «НПФ «Микран»
634041 г. Томск,
пр-т Кирова, д. 51д

Т.: +7 (382-2) 90-00-29
Ф.: +7 (382-2) 42-36-15
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.

*Генеральный директор АО «НПФ «Микран» –
Парамонова Вера Юрьевна*

Генеральный спонсор конференции – ООО НПК «ТЕСАРТ»



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ
ТЕСАРТ

ООО НПК «ТЕСАРТ» Т./ф.: +7 (382-2)
634015, г. Томск, 90-05-30
ул. Циолковского, Эл. почта:
д. 19, каб. 318 office@tes-art.ru
www.tesart.ru

Научно-производственная компания «ТЕСАРТ» – высокотехнологичный бизнес полного цикла в области комплексных радиоизмерительных систем. Общество существует на рынке с 07 мая 2015 г. благодаря коллаборации инженеров, исследователей, конструкторов и технологов Томского научного центра.

Все технические решения компании основаны на инновационном подходе в области микроволновых измерений, электромехатронных систем, телекоммуникаций и радаров.

Основная продукция компании:

1. Опорно-поворотные устройства и прецизионные позиционеры.
2. Радиопоглощающий материал.
3. Безэховые экранированные камеры.
4. Автоматизированные измерительно-вычислительные комплексы.
5. СВЧ-электроника.

За 10 лет существования компании реализовано более 50 крупных проектов, основу которых составляет испытательное оборудование собственного отечественного производства. Благодаря квалифицированным сотрудникам, которых в 2025 г. насчитывается 120 человек, компания непрерывно модернизирует производственную базу и стремится расширить свои возможности. Поэтому нас выбирают такие заказчики, как Госкорпорации «Роскосмос» и «Ростех», АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», АО Корпорация «Тактическое ракетное вооружение», ООО «Бюро 1440» и др.

Мы чутко подходим к каждому проекту и заботимся о качестве наших продуктов на всех стадиях жизненного цикла, включая техническое сопровождение в процессе эксплуатации. Нам важно, чтобы наше испытательное оборудование полностью соответствовало запросам, решало основные задачи, при этом улучшало качество и скорость работы заказчиков.

С самого старта своей деятельности НПК «ТЕСАРТ» активно развивает связи с ведущими университетами Томска и страны в области прикладных научных исследований по тематике, соответствующей

щей профилю компании. В нашей компании успешно реализуется программа стажировки для студентов и молодых специалистов технических специальностей. Участники стажировки получают возможность работать над реальными проектами компании под руководством опытных наставников и впоследствии стать частью нашей дружной команды.

*Директор ООО НПК «ТЕСАРТ» –
Семкин Артем Олегович*

Генеральный спонсор конференции – АО «ИнфоТеКС»



АО «ИнфоТеКС»

127083, Москва,

ул. Отрадная, 2Б, стр. 1

Т.: +7 (495) 737-61-92,

8 (800) 250-0-260

www.infotecs.ru

АО «ИнфоТеКС» является ведущим разработчиком, а также производителем высокотехнологичных программных и программно-аппаратных средств и систем защиты информации. Входит в ТОП-10 крупнейших российских компаний в сфере информационной безопасности. Будучи лидером, ИнфоТеКС активно развивает партнёрскую сеть, в которую на данный момент входит свыше 400 компаний. В штате трудоустроено более 1 700 сотрудников, а офисы открыты в 13 городах России.

Главный продукт компании – бренд ViPNet. В этой торговой марке более 50 различных продуктов (программных и программно-аппаратных комплексов), каждый из которых может содержать в себе несколько функциональных модулей. Они по праву признаны самым масштабируемым и гибким решением для построения защищённых сетей, которое соответствует всем требованиям законодательства РФ. ViPNet широко известен среди большинства отраслевых специалистов, ведь с его помощью защищено уже более 10 млн рабочих станций. Например, все элементы системы продажи билетов в ОАО «Российские железные дороги» и Портал государственных услуг РФ.

Помимо этого, АО «ИнфоТеКС» плодотворно взаимодействует с регуляторами, профильными комитетами Росстандарта и профессиональным сообществом по вопросам стандартизации в сфере защиты информации. Эксперты компании принимали участие в разработке нового стандарта ГОСТ Р 34.11–2012 (Стрибог) и криптографического протокола CRISP. А специалисты являются членами таких профильных общественных организаций и ассоциаций, как АРПП «Отечественный Софт», «Ассоциация предприятий компьютерных и информационных технологий», «Ассоциация документальной электросвязи», «Ассоциация защиты информации» и «Ассоциация ЕВРААС».

Важным направлением для компании является партнерство и сотрудничество с образовательными учреждениями, поддержка научных разработок и исследовательских проектов, а также обучение и продвижение молодых специалистов. Поэтому уже более 12 лет «ИнфоТеКС» активно работает над развитием кадрового потенциала в ИТ- и ИБ-отраслях и реализует специальный проект «ИнфоТеКС Акаде-

мия». В рамках партнерской программы «ИнфоТеКС Академия» организует площадки по обмену опытом, взаимодействует с вузами, колледжами страны, организует стажировки для студентов, проводит грантовую и экспертную поддержку разработок в области информационной безопасности, интегрирует в учебный процесс экспертизу штатных специалистов ГК «ИнфоТеКС».

«ИнфоТеКС Академия» сотрудничает и заинтересована в сотрудничестве с:

1. Образовательными учреждениями различного уровня подготовки – школы, колледжи и вузы, желающими сотрудничать с отраслевым партнером по направлению образовательной, научной деятельности, проведения совместных мероприятий.

2. Партнёрами компании, которые нуждаются в квалифицированных специалистах.

3. Учредителями и регуляторами различных программ и проектов федерального и регионального уровня в области науки и образования.

4. Обучающимися и недавними выпускниками вузов, которые хотят получить опыт работы в крупной компании или повысить уровень своих знаний, а также принять участие в различных мероприятиях соревновательного плана.

*Генеральный директор АО «ИнфоТеКС» –
Чапчаев Андрей Анатольевич*

Генеральный спонсор конференции – Группа компаний «НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ»



Группа компаний	Т.: (383-3) 30-82-95
«Научное оборудование»	Эл. почта:
630090, г. Новосибирск,	sales@spegroup.ru
ул. Николаева, 11/5	www.spegroup.ru

Группа компаний «Научное оборудование» более 25 лет существует на рынке высокотехнологичного оборудования и занимается разработкой собственных уникальных технологических решений и производством оборудования для их реализации.

Сегодня «Научное оборудование» представляет целую группу компаний, в которую входят торговые организации, специализирующиеся на поставке отдельных направлений оборудования, научно-производственное предприятие, занимающееся созданием радиоизмерительных комплексов, исследовательские команды, занятые разработкой наукоемких решений для приборостроительной, химической и биологической отраслей.

Большое внимание мы уделяем организации совместной работы с научными коллективами и промышленными предприятиями электронной и космической отраслей для решения широкого круга задач наших российских и иностранных партнеров. Сотрудничаем с научными организациями СО РАН, УРО РАН, ДВО РАН, промышленными предприятиями, технологическими компаниями, учебными заведениями высшего образования.

Выстраиваем партнерские отношения с представителями многих отраслей экономики, предлагаем комплексный подход к решению задач заказчика. Выступаем отраслевым интегратором и прорабатываем комплексно любые сложные задачи.

Среди реализованных проектов компании – оснащение учебных аудиторий в Региональном центре выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи «Алтайр»; Физико-математической школе им. А.М. Лаврентьева при НГУ, разработки в области радиоизмерения и СВЧ, микроэлектроники, вакуумного, рентгеновского, испытательного и технологического оборудования, системы видеорегистрации, микроскопии, оптики и т.д.

В своей деятельности мы считаем важным следить за юридической чистотой и безопасностью, объективностью и достоверностью, открытостью и компетентностью.

Наши заказчики получают оборудование, оформленное с соблюдением всех необходимых формальностей. Мы предоставляем партнерам полную и достоверную информацию по всем интересующим вопросам и работаем на эффективный результат.

В нашем арсенале более 1 050 брендов и более 7 750 реализованных контрактов за три года. За каждым нашим проектом стоит большая команда высококвалифицированных технических специалистов в самых разнообразных отраслях науки и техники.

Нам доверяют такие заказчики, как «Росатом» и «Роскосмос», инновационный центр «Сколково», УК «Биотехнопарк Кольцово», филиал ПАО «Компания Сухой», НАЗ им. В.П. Чкалова, СибГУ им. М.Ф. Решетнева и др.

Надеемся на долгосрочное сотрудничество, будем рады новым партнерам и заказчикам.

*Директор ООО «Научные приборы и системы» –
Гордеев Владимир Дмитриевич*

Спонсор конференции – «50ohm Technologies»

50ohm Technologies

 634045, г. Томск

 info@50ohm.tech

 50ohm.tech.ru

 +7-923-

408-04-08

 [fiftyohm](https://t.me/fiftyohm)

 [fiftyohm](https://wa.me/fiftyohm)

«50ohm Technologies» – российская компания из г. Томска. Ее специализация – разработка программного обеспечения для автоматизации измерений, моделирования электронных компонентов и проектирования высокочастотных и сверхвысокочастотных радиоэлектронных устройств. 50ohm Technologies с 2016 г. успешно помогает предприятиям и инженерам ускорять разработку новых устройств. Миссия компании – помочь специалистам по СВЧ-электронике сосредоточиться на сложных и творческих задачах за счет использования удобных интеллектуальных инструментов, ускоряющих решение технических задач.

Основные направления деятельности 50ohm Technologies:

- **Автоматизация проектирования СВЧ-устройств.** Компания разрабатывает «умные» программные инструменты для проектирования СВЧ-интегральных схем. С помощью методов искусственного интеллекта такие программы автоматически генерируют варианты схем и топологий (например, усилителей, аттенуаторов, фазовращателей) на основе заданных требований и элементной базы. Инженер получает сразу несколько готовых проектов и выбирает оптимальный, что значительно ускоряет самый сложный этап разработки и избавляет от рутинных операций.

- **Моделирование электронных компонентов.** «50ohm Technologies» обладает большим опытом в создании точных моделей пассивных и активных компонентов, для полупроводниковых соединений группы $A^{III}B^V$. Компания предоставляет эти модели в формате комплекта средств проектирования (PDK) для популярных САПР. Автоматизация расчётов и применение собственных методик экстракции позволяют значительно сократить затраты времени и средств при разработке новых изделий.

- **Автоматизация измерений и испытаний.** «50ohm Technologies» создаёт программно-аппаратные комплексы для автоматизированного тестирования радиоэлектронных устройств на базе оборудования заказчика. Готовые сценарии измерений для типовых компо-

ментов и приборов позволяют значительно сократить время испытаний и снизить вероятность ошибок. Внедрение таких решений повышает эффективность работы измерительной лаборатории предприятия без необходимости приобретения дорогостоящих сторонних систем.

Опираясь на передовые технологии и экспертизу команды, «50ohm Technologies» обеспечивает своим партнерам ускорение цикла разработки и улучшение качества результатов. Решения компании уже помогли ряду предприятий сократить сроки вывода продуктов на рынок и оптимизировать издержки. «50ohm Technologies» поддерживает научно-техническую конференцию и развитие профессионального сообщества. Компания открыта к сотрудничеству и нацелена и дальше оставаться надёжным партнёром для организаций радиоэлектронной отрасли.

*Директор «50ohm Technologies» –
Калентьев Алексей Анатольевич*



Секция 3
ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ
(стр. 25 – 315)

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 004.4'2

ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ИНТЕРФЕЙСА КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА РОССИЙСКОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА НАРУШЕНИЙ

*Д.И. Сосин, А.О. Бантя, Г.К. Петров, студенты каф. ЭМИС
Научный руководитель А.А. Матолыгин, ст. преп. каф. ЭМИС
Проект ГПО ЭМИС-2402. Автоматизированный учёт нарушений,
выполняемых в ходе строительных объектов ПАО «Газпром»
г. Томск, ТУСУР, andrei.a.matolygin@tusur.ru*

Описывается процесс анализа и подбора технологий создания интерфейса для перепроектирования информационной системы, для выполнения автоматизированного учета нарушений, выполняемых в ходе строительных работ.

Ключевые слова: автоматизированная система, учет нарушений, Django, Bootstrap.

Информационные технологии получают всё большее развитие, в связи с чем стали использоваться во многих отраслях бизнеса, не исключением стали и учетные системы. Учетные системы используются для отслеживания каких-либо изменений в работе, теперь эти системы

стали электронными, они обеспечивают не только учет, но и формирование документации, которая будет использоваться в процессе эксплуатации системы. Одним из аспектов деятельности компаний при строительстве объектов является требование соответствия строительных объектов документации, что обеспечивается проведением мониторинга при строительстве. Для этого создаются информационные системы учета нарушений при строительстве.

Для учета таких нарушений компания разработала приложение на языке программирования C# для работы в операционной системе Microsoft Windows. Но в связи с приказом Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации № 21 «Об утверждении Методических рекомендаций по переходу на использование российского программного обеспечения...» [1] всем государственным органам, а также значимым объектам критической информационной инфраструктуры необходимо перейти на российское программное обеспечение, в связи с этим применение операционной системы Microsoft Windows становится невозможным. Поэтому компанией принято решение перепроектировать информационную систему с использованием веб-технологий так, чтобы она не зависела от операционной системы и работала везде, где есть браузер.

Подобная система уникальна из-за большого количества особенностей, складывающихся на основе прикладных задач, которые она решает. Например, особенность этой системы – учет нарушений, выявляемых в ходе строительства объектов компании. Поэтому у компании сформированы некоторые требования к системе:

- должна быть возможность создания индивидуальных структур данных, так как компания имеет четко регламентированную документацию, в которой описано, какая именно информация должна быть описана при фиксировании нарушения в системе;
- необходимость обеспечения безопасности данных, для того чтобы данные не стали доступны третьим лицам;
- интерфейс новой системы должен быть максимально похож на предыдущий, чтобы компании не пришлось выделять средства и время на переобучение персонала;
- интерфейс должен быть написан с использованием готовых компонентов для простоты поддержки и скорости разработки интерфейса.

В связи с этим компанией принято решение не создавать систему на основе готовых шаблонов, предоставляемых другими компаниями, а создать полностью свою систему, отвечающую всем необходимым требованиям.

Для перепроектирования системы выбран такой стек технологий, как Django и Bootstrap. Эти фреймворки не противоречат ФЗ № 152 [2], а также имеют свободную лицензию MIT, благодаря чему на их основе можно создавать российское ПО. Технологический стек, выбранный для проекта, обеспечит не только кроссплатформенность, но и высокую производительность, масштабируемость и безопасность новой системы, а также будет соответствовать требованиям к системе.

В основе системы находится веб-фреймворк Django, популярный фреймворк для разработки веб-приложений на языке Python. Одним из преимуществ Django является его ORM (Object-Relational Mapping) система. Она позволяет описывать модели данных в виде Python-классов и автоматически транслировать операции с этими объектами в соответствующие SQL-запросы к базе данных [3]. С помощью этой возможности фреймворка можно обеспечить первое требование к новой системе, а именно создание индивидуальных структур данных.

За счет автоматической защиты от SQL-инъекций можно избежать многих ошибок при разработке и повысить безопасность системы [4]. С помощью этой функции обеспечивается выполнение второго требования к системе – обеспечение безопасности.

Bootstrap используется для создания пользовательского интерфейса новой системы учета нарушений, он позволяет гибко настраивать внешний вид компонентов, что дает возможность адаптировать дизайн системы таким образом, чтобы новый интерфейс был максимально похож на тот, что использовался раньше, таким образом, обеспечивается выполнение третьего требования к системе – максимально похожий интерфейс системы.

Bootstrap предоставляет обширную библиотеку готовых компонентов пользовательского интерфейса, включая формы, таблицы, навигационные элементы, модальные окна, всплывающие подсказки и многие другие. Использование этих компонентов позволит существенно ускорить разработку интерфейса и обеспечить его единообразие во всех разделах системы, благодаря чему можно реализовать последнее требование к новой системе – простота поддержки и скорость разработки.

Модернизация системы учета нарушений с использованием веб-технологий позволит создать современное, кроссплатформенное решение, соответствующее всем требованиям компании. Выбранный технологический стек – Django и Bootstrap – зарекомендовал себя как надежная и эффективная основа для создания современных информационных систем. Эти технологии подходят для создания интерфейса кроссплатформенного приложения, что обеспечивает оптимальный баланс между скоростью разработки, безопасностью системы, индивидуальностью и удобством использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Минцифры России № 21 «Об утверждении Методических рекомендаций по переходу на использование российского программного обеспечения...» [Электронный ресурс]: сайт информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406310773/> (дата обращения: 03.03.2025).
2. Федеральный закон «О персональных данных» [Электронный ресурс]: сайт информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения: 15.03.2025).
3. Django at a glance [Электронный ресурс]: сайт документации веб-фреймворка Django. – URL: <https://docs.djangoproject.com/en/5.1/intro/overview/> (дата обращения: 05.03.2025).
4. Django at a glance [Электронный ресурс]: сайт документации веб-фреймворка Django. – URL: <https://docs.djangoproject.com/en/5.1/topics/security/> (дата обращения: 05.03.2025).

УДК 004.42

СИСТЕМА СБОРА И УНИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИИ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

И.Д. Бураков, студент каф. ЭМИС

*Научный руководитель И.Г. Боровской, д.ф.-м.н., проф.
г. Томск, ТУСУР, каф. ЭМИС, ivan.burakov.2017@gmail.com*

Рассматриваются технические аспекты реализации системы сбора и унификации информации. Описываются подходы к конфигурации, управлению потоками данных, параллелизму, асинхронности и валидации данных.

Ключевые слова: интеграция данных, конфигурация, асинхронность, валидация, Pydantic, Asyncio.

В современном мире, где данные играют ключевую роль в принятии бизнес-решений, эффективная интеграция данных из различных источников становится критически важной задачей [1]. Системы сбора и унификации информации позволяют организациям объединять разрозненные данные в единое целое, обеспечивая их доступность и пригодность для анализа. Однако разработка таких систем требует решения ряда сложных технических задач, связанных с конфигурацией, управлением потоками данных, параллелизмом и валидацией.

В данной работе рассматриваются технические аспекты реализации системы сбора и унификации информации. При реализации системы необходимо было решить проблему формализации процесса извлечения данных, выделения сущностей, которые описаны ниже, а также разработки модулей для работы с различными источниками

данных. Система использует декларативный подход к конфигурации, что позволяет пользователям описывать процессы извлечения данных в виде конфигурационных файлов, используя YAML или JSON [2, 3]. Это упрощает процесс настройки и делает его более гибким, позволяя легко изменять параметры извлечения данных без необходимости изменения кода, что особенно важно для пользователей-непрограммистов.

Процесс извлечения данных представлен в виде Executor, который управляет выполнением последовательности стадий (Stages). Каждая стадия отвечает за определенный шаг в процессе извлечения данных. Упрощенная диаграмма компонентов системы с пояснениями представлена на рис. 1.

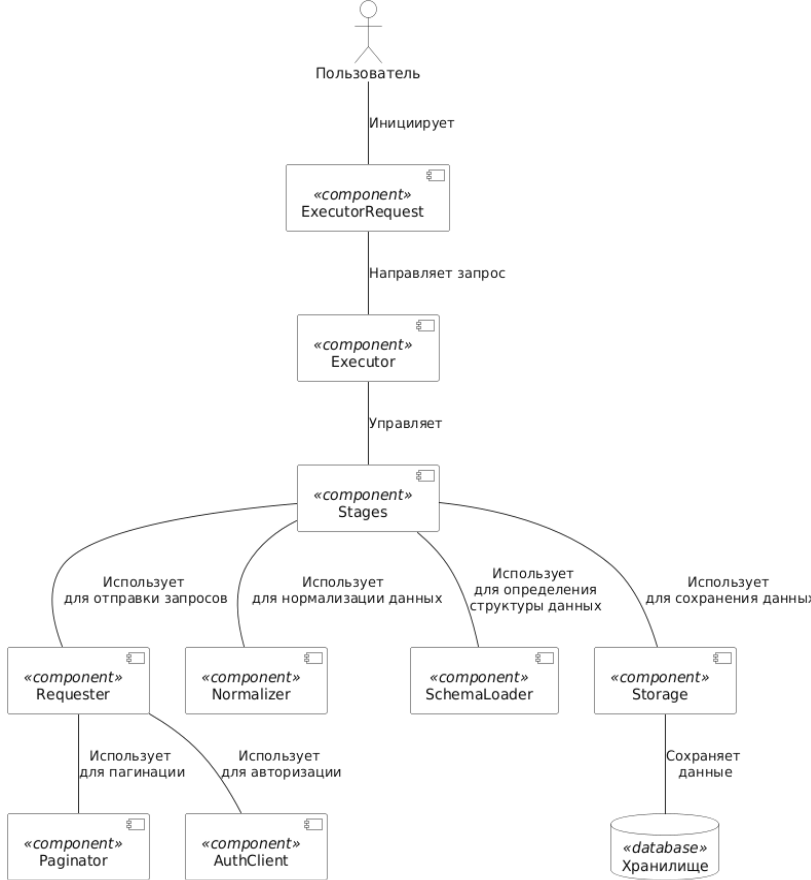


Рис. 1. Упрощенная диаграмма компонентов

Для динамической генерации конфигураций используется шаблонизатор Jinja2 [4]. Это позволяет создавать гибкие и параметризованные конфигурации, которые могут быть адаптированы под различные источники данных и требования. Для повышения производительности системы используется библиотека Asyncio [5, 6]. Асинхронное выполнение операций позволяет параллельно обрабатывать запросы, повышая производительность. Валидация конфигурационных файлов и извлеченных данных осуществляется библиотекой Pydantic [7, 8]. Конфигурационные файлы валидируются на этапе загрузки, что позволяет выявлять ошибки на ранних стадиях и предотвращать их влияние на процесс извлечения данных.

Декларативный подход к конфигурации, используемый в системе, позволяет создавать интеграции даже пользователям без глубоких знаний программирования, что значительно расширяет круг потенциальных пользователей. Параллельное выполнение запросов и обработки задач, обеспечиваемое асинхронной архитектурой, значительно повышает эффективность системы, позволяя обрабатывать большие объемы данных в кратчайшие сроки.

Перспективы развития системы включают расширение модулей для работы с базами данных, добавление поддержки новых источников данных. Также в дальнейшем предполагается, что для генерации конфигураций будет использоваться LLM agent [9], который будет автоматически создавать конфигурацию, основываясь на предоставленной документации для источника данных.

Реализация системы сбора и унификации информации требует решения ряда сложных технических задач, связанных с конфигурацией, управлением потоками данных, параллелизмом и валидацией. Использование декларативного подхода к конфигурации, асинхронного выполнения операций и валидации данных с помощью Pydantic позволяет создать эффективную и надежную систему, способную обрабатывать большие объемы данных из различных источников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роль Big Data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ast-academy.ru/blog/rol_big_data_i_analitiki_v_prinatii_biznes_resenij_vozmozhnosti_i_vyzovy/, свободный (дата обращения: 11.02.2025).
2. YAML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cloudbees.com/blog/yaml-tutorial-everything-you-need-get-started>, свободный (дата обращения: 11.02.2025).
3. JSON [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.json.org/json-en.html>, свободный (дата обращения: 11.02.2025).
4. Jinja2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://jinja.palletsprojects.com/en/stable/intro/>, свободный (дата обращения: 11.02.2025).

5. Asyncio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.python.org/3/library/asyncio.html>, свободный (дата обращения: 11.02.2025).
6. Асинхронность в Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://school.kontur.ru/publications/2567>, свободный (дата обращения: 11.02.2025).
7. Pydantic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.pydantic.dev/latest/>, свободный (дата обращения: 11.02.2025).
8. Pydantic валидация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.pydantic.dev/latest/concepts/validators/>, свободный (дата обращения: 11.02.2025).
9. LLM Agents [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.promptingguide.ai/research/llm-agents>, свободный (дата обращения: 11.02.2025).

УДК 621.396.41

МЕТОДЫ ФИЛЬТРАЦИИ ДАННЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРА ПРИ ОЦЕНКЕ ДВИЖЕНИЙ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

И.Ю. Чернышов, аспирант

*Научный руководитель М.Ю. Катаев, проф. каф. АСУ, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. АСУ, qasmoke123@mail.ru*

Акселерометры, измеряющие ускорение, широко используются для анализа движений рук человека в медицине, спорте и безопасности. Однако данные с акселерометров часто содержат шумы и артефакты, что снижает точность анализа. Понимание различных методов фильтрации данных акселерометра имеет важное значение для анализа движений рук человека.

Ключевые слова: акселерометр, медианный фильтр, экспоненциальное сглаживание, комплементарный фильтр, фильтрация сигналов, движения верхних конечностей, обработка данных.

Акселерометры широко используются для мониторинга и анализа движений человека, включая движения верхних конечностей. Однако специфика использования акселерометра заключается в том, что устройство фиксирует колебания, находясь в покое, которые будут учитываться при дальнейшей обработке данных. Помимо этого, само устройство требует калибровки для обнуления координат, которые также могут влиять на итоговый результат.

Данные, полученные с акселерометров, часто содержат шумы и артефакты, что затрудняет точный анализ траекторий движений рук человека, которые, в свою очередь, накапливают ошибку при интегрировании скорости на основе ускорения акселерометра, а на основе

скорости – перемещения, что может привести к неверному расчету и интерпретации данных. Поэтому, применяя методы интегрирования для расчета производных, ожидаемый результат может быть неверный, так как оставленные шумы при интегрировании ускорения остаются и усиливают свое влияние на следующие интегрирование. Тем самым интегрирование скорости, при котором было сохранено влияние шума, приводит к увеличению накопленной ошибки и стремлению графика функции перемещения к бесконечному увеличению отрицательного или положительного значения, что, в свою очередь, считается неверным.

Пример накопления ошибки при интегрировании перемещения представлен на рис. 1, где ось X отражает время, одно деление соответствует 0,1 с, а ось Y отражает ускорение свободного падения в g (m/c^2), скорости и расстояния соответственно.

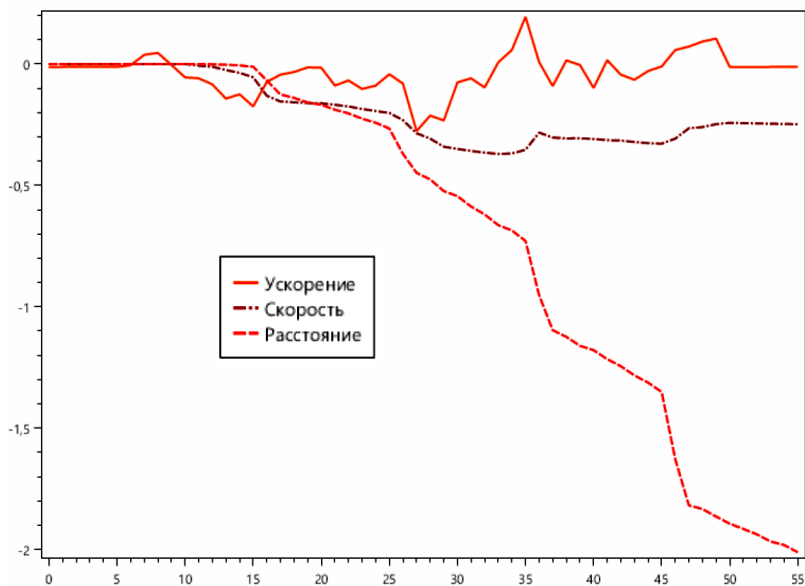


Рис. 1. График ускорения, скорости и перемещения акселерометра без применения методов фильтрации

Для решения проблемы применяются различные методы фильтрации сигналов. Задача включает выбор оптимального фильтра для различных типов шума.

Медианный фильтр [1] представляет собой нелинейный фильтр, эффективно устраняющий импульсные помехи, сохраняя при этом

резкие изменения сигнала. Это особенно важно при анализе быстрых и резких движений рук, где необходимо сохранить точность определения момента изменения траектории.

В свою очередь, экспоненциальное сглаживание [2] присваивает больший вес более свежим данным, что позволяет эффективно снижать уровень случайного шума. Однако данный метод может вводить задержку в сигнал, что необходимо учитывать при анализе быстрых движений.

Другой метод фильтрации, основанный на комплементарном фильтре [3], комбинирует данные акселерометра и гироскопа для получения более точной оценки ориентации и траектории движения. Это особенно полезно при анализе сложных движений рук, где требуется высокая точность и надежность данных.

Объединение методов позволяет устранить накопленную ошибку при интегрировании. Применение медианного фильтра для удаления выбросов, экспоненциальное сглаживание для снижения случайного шума, комплементарный фильтр для коррекции ориентации дают более предсказуемые данные для анализа. Пример применения работы фильтров при интегрировании перемещения представлен на рис. 2.

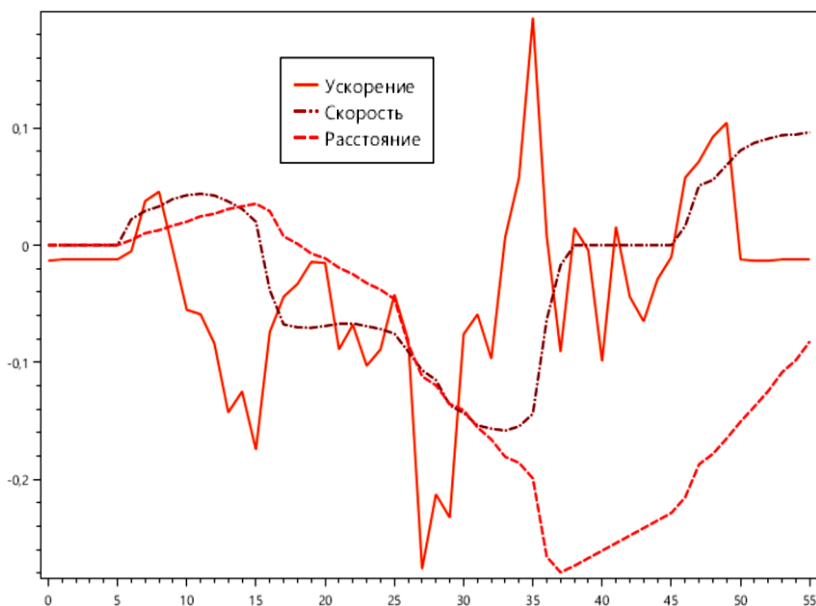


Рис. 2. График ускорения, скорости и перемещения акселерометра с применением методов фильтрации

Таким образом, в данной работе были рассмотрены основные методы фильтрации сигналов акселерометра, используемые для анализа движений рук человека, каждый из которых обладает своими преимуществами и ограничениями, а их объединение может повысить точность и надежность анализа траекторий движений рук.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медианный фильтр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Медианный_фильтр, свободный (дата обращения: 20.02.2025).
2. Экспоненциальное сглаживание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alexgyver.ru/lessons/filters/>, свободный (дата обращения: 22.02.2025).
3. Степанов О.А. Методы обработки навигационной измерительной информации: учеб. пособие. – СПб.: Ун-т ИТМО, 2017. – С. 82–84.

УДК 623.74: 004.932

МЕТОД КОМПЕНСАЦИИ НИЗКОЙ ЯРКОСТИ И НЕДОСТАТОЧНОГО КОНТРАСТА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ, СДЕЛАННЫХ С БПЛА, В РАМКАХ ЗАДАЧ ЛЕСНОЙ ТАКСАЦИИ

О.В. Петрова, М.А. Деев, студенты каф. АСУ

*Научный руководитель М.Ю. Катаев, проф. каф. АСУ, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, olga-petrova-0303@mail.ru*

Исследуется метод таксации леса с использованием RGB-изображений, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Точность данного метода в значительной степени определяется качеством изображений, которые используются для последующего анализа, поэтому этап предварительной обработки является ключевым. Рассматриваются основные радиометрические ошибки, характерные для снимков с БПЛА: недостаточная яркость и низкий контраст. Предложен способ их компенсации на основе астрономических и спектральных данных.

Ключевые слова: БПЛА, таксация, лес, мониторинг, обработка изображений, RGB, ортофотомозаика.

Лесная таксация исследует характеристики деревьев для решения экологических и производственных задач, связанных с заготовкой древесины. Этот процесс включает в себя изучение следующих таксационных показателей: видовой состав насаждений, возраст, средняя высота, диаметр ствола и кроны, а также запас древесины в насаждении. Однако традиционные способы изучения лесных объектов неэф-

фективны для быстрого исследования обширных лесных территорий. Они предполагают точечные измерения с построением рядов распределения по таксационному показателю и последующий математико-статистический анализ. Ряды распределения таксационных показателей аппроксимируются для определения закона распределения и моделирования рядов распределения, что позволяет выявить особенности строения и роста древостоев [1]. Точность такого подхода будет уменьшаться при увеличении площади анализируемого лесного массива ввиду изменчивости условий и накопления погрешностей.

Использование БПЛА с цифровой RGB-камерой является приемлемым вариантом для проведения лесной таксации, так как он позволяет решать задачи эффективно как по стоимости, так и по времени. Ключевым преимуществом этого метода является возможность проведения таксации на обширных территориях, обеспечив получение абсолютной оценки лесного массива.

Эффективность метода таксации леса с помощью БПЛА и RGB-камеры полностью зависит от качества изображений. В исследовании [2] была подтверждена прямая зависимость качества ортофото-мозаики от качества полученных снимков. Успешность применения алгоритмов сегментации для выделения границ крон зависит от достаточного контраста и яркости, а также минимизации шумов [3]. Однако погодные условия, освещенность и технические особенности камеры влияют на появление систематических ошибок. Поэтому предварительная обработка (коррекция) изображений является ключевым этапом для обеспечения точности метода.

Для изображений лесных массивов наиболее характерны радиометрические и оптические ошибки, которые были подробно рассмотрены в исследовании [2]. Обратим внимание на проблему недостаточной яркости и контраста на изображении. Нормальное время для проведения полетов находится в диапазоне от 10 до 16 ч дня. Изменение уровня яркости приблизительно представлено на рис. 1, *а*. Сравнение спектра солнца, значений серого и компонент RGB можно представить, как на рис. 1, *б*.

Исходя из рисунка, видно, что в течение полета БПЛА яркость изображения будет меняться, причем ее значение будет меньше значения яркости естественного освещения. Это может привести к тому, что идентифицировать деревья для алгоритмов компьютерного зрения станет сложнее, так как средняя яркость изображения в начале полета будет отличаться от средней яркости изображения в конце полета.

Для решения описанной проблемы необходимо приводить набор изображений с одного полета к одинаковому уровню яркости, свойственному в данное время года в полдень для этой широты. Найти интенсивность освещенности можно по формуле (1):

$$I = I_0 \cdot \cos(\theta), \quad (1)$$

где I – интенсивность освещенности на поверхности с углом наклона солнца θ ; I_0 – интенсивность солнечного излучения на перпендикулярную поверхность ($\sim 1366,6$ Вт/м²).

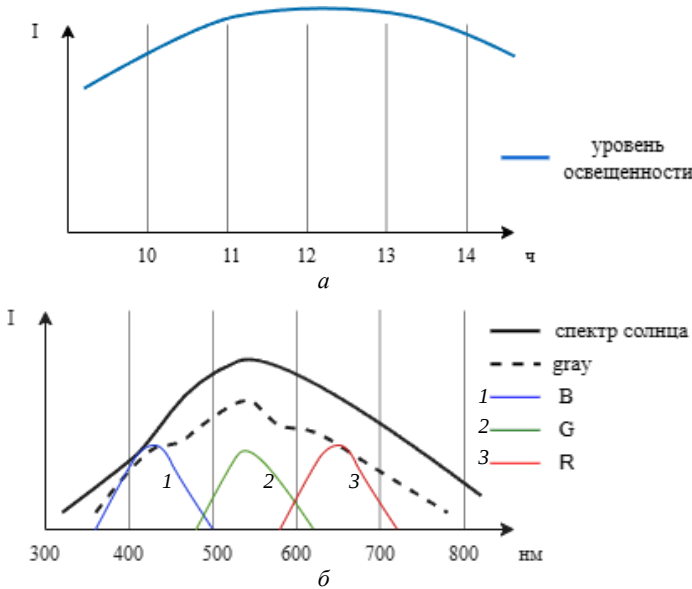


Рис. 1. Моделирование процессов: a – изменение уровня яркости солнца со временем; b – сравнение солнечного спектра со значениями серого и компонент RGB

Полученная интенсивность будет представлена единицами измерения Вт/м², она является эталонной для данной широты. Необходимо разработать метод, который на основании данных о яркости изображения определяет интенсивность освещенности на изображении. Тогда возможно рассчитать коэффициент коррекции как отношение между эталонной интенсивностью и интенсивностью освещенности на изображении (2):

$$k = I / I_{\text{img}}, \quad (2)$$

где I – эталонная интенсивность освещенности, I_{img} – интенсивность освещенности на изображении.

Рассчитать угол наклона солнца θ к поверхности можно следующим образом (3):

$$\sin(\theta) = \sin(\phi) \cdot \sin(\delta) + \cos(\phi) \cdot \cos(\phi) \cdot \cos(H), \quad (3)$$

где ϕ – широта места, δ – склонение солнца (4), H – часовой угол Солнца (5).

$$\delta = -23,45^\circ \cdot \cos \left[\frac{360}{365} (d + 10) \right], \quad (4)$$

где d – день года по счёту.

$$H = 15^\circ \cdot (T - 12), \quad (5)$$

где T – местное солнечное время в часах.

Все вышеперечисленные формулы являются приблизительными [4]. Они не учитывают дополнительные факторы – эксцентриситет земной орбиты или прецессию осевого наклона, однако их точности достаточно для моделирования процессов в рамках решения поставленной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никифорчин И.В. и др. Таксация леса: практикум для подготовки бакалавров по направлению 250100 «Лесное дело». – СПб.: СПбГЛТУ, 2013. – 160 с.

2. Исследование влияния первичной обработки изображений лесного массива на качество построенного ортофотоплана в программном обеспечении Agisoft Metashape / О.В. Петрова, М.А. Деев, И.А. Лыков, Ф.В. Маташков // Научная сессия ТУСУР–2024: матер. междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2024». Томск, 15–17 мая 2024 г.: в 3 ч. – Томск: ТУСУР (заказчик); В-Спектр (ИП Бочкарева В.М., исполнитель), 2024. – Ч. 2. – С. 58–61.

3. Лысенко Н.В. Сегментация изображения с использованием wavelet-декомпозиции и watershed-преобразования / Н.В. Лысенко, Р.В. Никитин // История вузов России. Радиоэлектроника. – 2006. – Т. 1, вып. 6. – С. 34–41.

4. Jean Meeus. Astronomical algorithms. – Willmann-Bell Inc, 1998. – 488 p.

УДК 004.528

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЯЗЫКА DART ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ ОБРАБОТКИ ГЕОДАННЫХ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОМ МОБИЛЬНОМ ПРИЛОЖЕНИИ

А.Б. Гомбоин, аспирант каф. АСУ

Научный руководитель А.М. Корилов, проф. каф. АСУ, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, a.gomboin@mail.ru

В современных мобильных приложениях скорость обработки данных играет ключевую роль в обеспечении производительности и отзывчивости. Dart, являющийся языком для разработки кросс-платформенных приложений на Flutter, предлагает мощный инструмент – Dart FFI (Foreign Function Interface), который позволяет взаимодействовать с нативным кодом на языках C, C++. Этот меха-

низм открывает новые возможности для оптимизации критически важных операций, таких как математические вычисления, обработка изображений, работа с большими данными и многое другое.

Ключевые слова: Dart, Flutter, мобильные приложения, Dart FFI.

В рамках разработки геоинформационного мобильного приложения [1] стояла задача оптимизации обработки геоданных – передачи из файлов с объектами в оперативную память для отображений объектов на карте. В статье [1] рассказывается, как добиться значительного уменьшения времени по обработке геоданных с помощью потоков или изолятов на языке Dart.

После анализа существующих возможностей языка Dart было решено провести исследование, возможно ли применять технологию Dart FFI (Foreign Function Interface), которая использует языки C/C++, и интегрировать их в мобильное приложение.

Рассмотрим его преимущества и недостатки использования в мобильном приложении, то, насколько он быстрее по сравнению с изолятами.

Dart FFI – это механизм, который позволяет Dart-коду вызывать функции из нативных библиотек, написанных на языках, таких как C, C++ [2, 3]. Это особенно полезно в случаях, когда:

1. Требуется высокая производительность, которую сложно достичь на чистом Dart.
2. Необходимо интегрировать существующие нативные библиотеки в Dart-приложение.
3. Нужен доступ к низкоуровневым API.

Dart FFI работает через прямое взаимодействие с нативным кодом, что позволяет избежать накладных расходов, связанных с использованием промежуточных слоев, таких как Platform Channels в Flutter [3].

Dart FFI использует следующие ключевые концепции. Нативные типы данных. Dart FFI предоставляет типы данных, которые соответствуют нативным типам в C, например, Int32, Double, Pointer и т.д. [3]. Механизм также позволяет работать с указателями на память, что необходимо для взаимодействия с нативным кодом. Работает через динамические библиотеки, загружает их и позволяет вызывать их функции.

Для примера через Dart FFI можно использовать знаменитую библиотеку для работы с изображениями OpenCV.

Для внедрения в приложение, описанное выше, был создан пакет Dart FFI внутри директории приложения. Пакет можно создать с помощью инструментов Ide или командой в консоли, подробная ин-

струкция и команды по созданию описаны в [3]. Были вынесены в файлы языка программирования C части кода, в которых содержались преобразования из одной системы координат в другую, а именно из EPSG:4326 в EPSG:3857. Также получилось перенести в язык C часть кода, которая отвечает за получение координат полигонов, в особенности сложность была с получением координат внутренних полигонов. В языке C есть библиотеки по работе с базами данных, что дало возможность перенести функционал получения геоданных из файла базы данных и преобразовать и структурировать их для более быстрой работы с ними уже на языке Dart.

В ходе написания кода на C необходимо было сформировать библиотеку формата «so» из исходного файла, которую в последующем будем запускать из кода приложения [3].

По результатам внедрения данного пакета и вынесения в него описанного выше функционала время передачи данных из файла базы данных на карту составило 5.3 с, что не сильно отличается от использования изолятов в Dart, результат которых 5,4 с при том же вынесении функционала в них.

В последующем будут проводиться ещё эксперименты с данной технологией в рамках описанного мобильного приложения. Стоит отметить, что Dart FFI-перспективный инструмент и очень может помочь разработчикам, которые хотят достичь высокой производительности в своих Dart-приложениях. Он позволяет интегрировать нативные библиотеки, ускорять вычисления и работать с низкоуровневыми API. Однако его использование требует глубокого понимания принципов работы с памятью и нативным кодом.

Можно выделить несколько важных аспектов для использования Dart FFI [4]:

1. Тщательно тестировать код на всех целевых платформах.
2. Следить за управлением памятью, чтобы избежать утечек.
3. Использовать Dart FFI только там, где это действительно необходимо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гомбоин А.Б. Параллельная обработка географических данных в мобильном приложении «Мобильная ГИС» / А.Б. Гомбоин, А.М. Корилов // Доклады ТУСУР. – 2024 – Т. 27, № 2. – С. 51–56.
2. Официальная документация Dart [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dart.dev/>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).
3. Документация по Dart FFI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dart.dev/interop/c-interop>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).
4. Описание Dart FFI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://api.flutter.dev/flutter/dart-ffi/>, свободный (дата обращения: 16.03.2024).

МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ, АЛГОРИТМ МУРАВЬИНОЙ КОЛОНИИ

А.С. Грудцин, студент каф. АСУ

Научный руководитель Е.Е. Мансуров, ассистент каф. АСУ

Проект ГПО АСУ-2401. Учебно-исследовательский комплекс

«Метаэвристические методы оптимизации»

г. Томск, ТУСУР, leshagrudsin@mail.com

Представлены метод оптимизации муравьиной колонии (ACO) и его применение для решения задачи коммивояжера (TSP), а также рассмотрена проблема скатывания в локальные минимумы.

Ключевые слова: методы оптимизации, метаэвристика, программное обеспечение, метод муравьиной колонии, задача коммивояжера.

Задача коммивояжера (TSP) является одной из ключевых задач комбинаторной оптимизации и транспортной логистики. Она заключается в нахождении кратчайшего маршрута, который проходит через все заданные вершины графа и возвращается в исходную точку. Эта задача относится к классу NP-полных, что означает отсутствие известных полиномиальных алгоритмов для ее решения. Поэтому методы полного перебора становятся неэффективными при увеличении количества вершин. Среди множества приближенных методов выделяется алгоритм оптимизации муравьиной колонии (ACO) [1].

В последние годы ACO активно исследуется и применяется в различных областях. Например, в некоторых работах алгоритм был адаптирован для решения задач маршрутизации в беспроводных сенсорных сетях, что позволило сократить энергопотребление на 15–20% [2]. В других ACO использовался для оптимизации логистических цепочек, демонстрируя улучшение показателей на 12% по сравнению с традиционными методами [3]. Эти исследования подтверждают универсальность и эффективность алгоритма.

Алгоритм ACO был предложен итальянским ученым М. Дориго в 1992 г. и основан на наблюдении за поведением муравьев, которые находят кратчайшие пути к источникам пищи, оставляя феромоны на своем пути [4]. Эти феромоны служат сигналами для других муравьев, что позволяет им выбирать более короткие маршруты со временем. Однако, несмотря на свою эффективность, алгоритм ACO может сталкиваться с проблемой скатывания в локальные минимумы, что приводит к нахождению субоптимальных решений. В данной статье рассматриваются методы улучшения работы алгоритма ACO для избегания этой проблемы.

Одной из основных проблем алгоритма АСО является склонность к застреванию в локальных минимумах. Это происходит, когда муравьи начинают следовать по уже найденным путям, которые могут быть далеки от оптимального решения. В результате алгоритм теряет способность исследовать новые области поиска и находит субоптимальные решения. Для решения этой проблемы были предложены несколько улучшений, которые позволяют алгоритму более эффективно исследовать пространство поиска и избегать застревания в локальных оптимумах.

Одним из ключевых улучшений является введение элитных муравьев. Элитные муравьи – это муравьи, которые нашли лучшие пути на текущей итерации. Их пути используются для усиления феромонов на ребрах, что позволяет алгоритму быстрее сходиться к оптимальному решению. Этот подход позволяет алгоритму «запоминать» хорошие решения и использовать их для дальнейшего поиска. Усиление феромонов на ребрах, принадлежащих элитным путям, помогает направлять муравьев в сторону более перспективных маршрутов, что повышает вероятность нахождения глобального оптимума.

Для повышения гибкости алгоритма было введено динамическое изменение параметров, таких как коэффициент важности феромонов (α) и коэффициент важности расстояния (β). В начале работы алгоритма больше внимания уделяется исследованию новых путей, а ближе к концу – использованию уже найденных хороших решений. Это достигается за счет постепенного увеличения влияния феромонов и уменьшения влияния расстояния на выбор следующей вершины. Такое динамическое регулирование позволяет алгоритму более эффективно балансировать между исследованием новых областей и использованием уже найденных решений.

Для избегания застревания в локальных минимумах был реализован механизм сброса феромонов, если в течение определенного количества итераций не происходит улучшения решения. Этот механизм позволяет алгоритму «перезапустить» поиск, если он застрял в субоптимальном решении. Сброс феромонов на начальные значения помогает муравьям начать исследование новых областей, что повышает вероятность нахождения более качественных решений.

Для оценки эффективности улучшений был проведен сравнительный анализ работы базовой и улучшенной версий алгоритма АСО, статистика которого представлена в таблице. В ней показаны результаты для различных графов, включая оптимальные маршруты и решения, полученные с помощью вариантов алгоритма муравьиной колонии (АСО).

Сравнительная таблица работы вариантов АСО

Граф	Оптимальный маршрут	Лучшее найденное решение (new_ACO)	Среднее решение (new_ACO)	Лучшее найденное решение (old_ACO)	Среднее решение (old_ACO)
burma14	3323	3 358,41	3 369,73	3 440,68	3 450,75
ulysses22	6 937,27	6 937,27	6 947,16	7 030,64	7 104,12
eil51	429,74	429,74	434,21	459,12	470,69
berlin52	7 544,66	7 544,66	7 584,9	8 144,55	8 222,27

Задача «burma14» представляет собой задачу с 14 городами в Бирме для поиска кратчайшего пути между всеми городами. Задача «ulysses22», известная также как «Одиссея Улисса», включает 22 локаций, требующие оптимизации маршрута для минимизации общей стоимости поездки. Задача «eil51» – это задача распределения трафика, ей занимались Христофидес и Эйлон. «berlin52» представляет собой 52 локаций в городе Берлин, также известна как задача Гротшела.

Из таблицы следует, что улучшенный алгоритм смог найти более короткие маршруты для всех тестовых графов, а также показал меньшую вариативность результатов, что свидетельствует о его большей устойчивости к застреванию в локальных минимумах.

Помимо классической TSP, алгоритм АСО может быть применен в логистике и транспорте, для оптимизации маршрутов доставки, минимизации времени и затрат, а также в планировании траекторий для автономных роботов или БПЛА.

Заключение. Введение элитных муравьев, динамического регулирования параметров и сброс феромонов при отсутствии улучшений позволили значительно повысить эффективность алгоритма и избежать скатывания в локальные минимумы. Результаты тестирования показали, что улучшенный алгоритм АСО демонстрирует более высокую точность и стабильность по сравнению с базовой версией. Эти улучшения делают алгоритм более пригодным для решения сложных задач комбинаторной оптимизации, таких как задача коммивояжера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пантелеев А.В. Методы глобальной оптимизации. Метаэвристические стратегии и алгоритмы / А.В. Пантелеев, Д.В. Метлицкая, Е.А. Алешина. – М.: Вузовская книга, 2013. – 244 с.
2. Zhang Y. et al. ACO-based routing in wireless sensor networks // Journal of Network and Computer Applications. – 2018. – Vol. 112. – P. 45–55.
3. Wang L. et al. Logistics optimization using ACO // International Journal of Production Research. – 2019. – Vol. 57 (10). – P. 3124–3139.
4. Dorigo M. Ant system: optimization by a colony of cooperating agents / M. Dorigo, V. Maniezzo, A. Colomi // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part B. – 1996. – Vol. 26, No. 1. – P. 29–41.

АНАЛИЗ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА АЭРОФОТОСНИМКАХ

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

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

г. Томск, ТУСУР, gennadyignatenya@yandex.ru

Рассматривается методика анализа цветовых характеристик изображений, полученных с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), с целью выделения кустарниковых растений. Предложен алгоритм сегментации, основанный на построении гистограмм цветовых каналов RGB и их аппроксимации гауссовыми распределениями. Проведена оценка применимости метода для автоматизированного анализа растительности.

Ключевые слова: анализ цветовых характеристик изображения, кустарниковая растительность, беспилотные летательные аппараты, сельское хозяйство.

В настоящее время развитие технологий аэрофотосъёмки и компьютерного зрения позволяет автоматизировать процесс мониторинга сельскохозяйственных угодий. Ключевой задачей для обеспечения мониторинга сельскохозяйственных угодий является разработка методики сегментации, позволяющей автоматически классифицировать растительные объекты, что особенно актуально для управления садами и посевными площадями. Актуальность данного направления также отмечается в [1].

В исследовании используются RGB-изображения, полученные с беспилотных летательных аппаратов. На этих аэрофотоснимках выделяются три типа объектов: зелёные кусты – здоровые кустарники; жёлтые кусты – возможно, увядающие или больные растения; трава – фоновые участки без кустов.

Метод анализа включает в себя проведение обработки данных, и для каждого изображения анализируется распределение интенсивностей яркости пикселей в каналах: R (красный), G (зелёный), B (синий). По полученным значениям строятся гистограммы распределения яркости в каждом из каналов. Для удобства анализа гистограммы аппроксимируются гауссовыми кривыми и извлекаются их параметры: пик (среднее значение); дисперсия (отражает степень цветовой вариативности); амплитуда. На основе этих параметров формируется профиль цветовых характеристик для каждого класса объектов. В работе [2] в качестве актуального метода используется анализ цветовых характеристик для сегментации изображений.

Снимки с БПЛА позволяют сформировать набор изображений для каждого класса, для которых вычисляются усреднённые значения параметров. Визуальный анализ графиков гистограмм, аппроксимированных гауссовыми функциями, показал, что отличительной особенностью между классом травы и классом кустарников является расстояние между пиками зелёного и красного каналов (рис. 1, расстояние между вертикальными линиями).

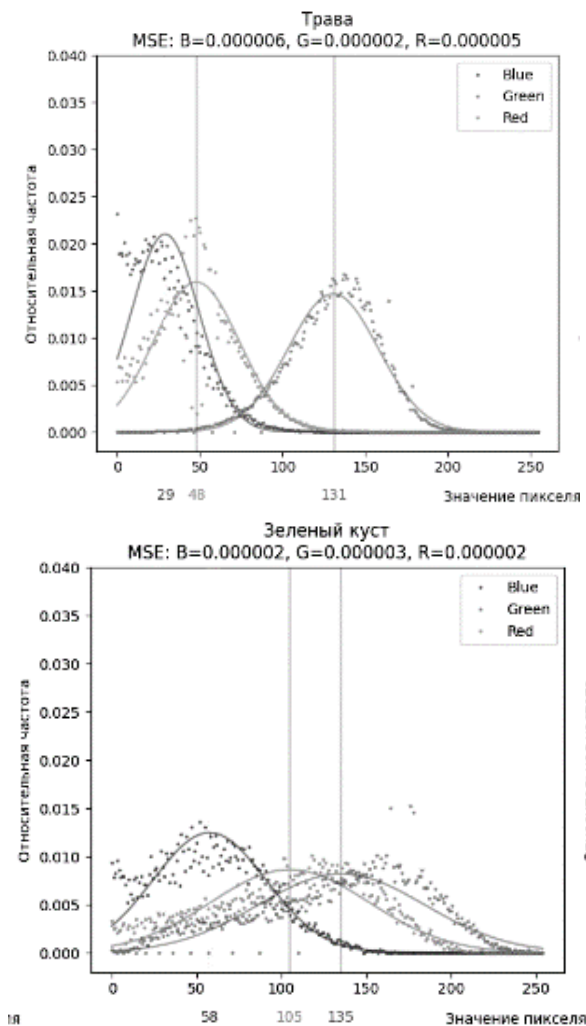


Рис. 1 (начало)

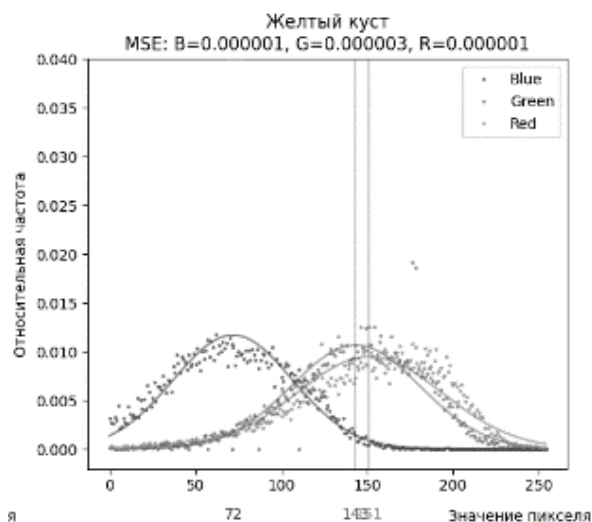


Рис. 1 (окончание). Выделенные пики на гистограммах

На основе данных о расстоянии между пиками красного и зелёного канала проведено сегментирование изображений с целью отделения сорняковой травы от кустарниковой растительности. Результат этого можно увидеть на рис. 2.

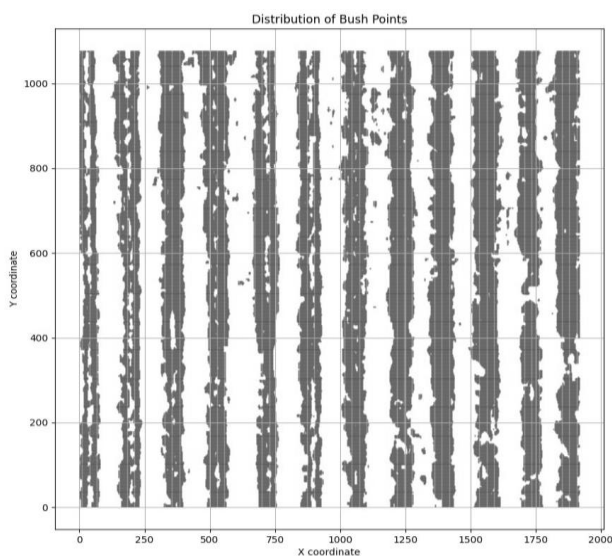


Рис. 2. Результат сегментирования по расстоянию между пиками

Из рисунка видно, что ряды кустов выделены на уровне, достаточном для дальнейшего анализа кустарниковой растительности. Используя эти данные, возможно выделение рядов кустов и приближенного анализа состояния растительности в рядах, что имеет большое значение для мониторинга сельскохозяйственных угодий.

Так как параметры представляют собой цветовую характеристику изображения, это может помочь уточнить границы между классами и определить, насколько однородна цветовая структура объектов.

Изучение распределения параметров (пиков, дисперсии, амплитуды) на локальных участках (окнах) изображений видится перспективным. Анализ гистограмм распределения этих параметров позволяет выявить закономерности и потенциальные зависимости между разными классами объектов.

В ходе исследования выявлены проблемы при анализе RGB-изображений, связанные с низким пространственным разрешением исходных снимков. Эти проблемы могут быть решены использованием камер с большим разрешением или изменением высоты полёта. Перспективными направлениями дальнейших исследований видятся: использование мультиспектральных изображений, изучение возможностей современных технологий нейронных сетей, что позволит обеспечить более точное выделение структурных особенностей растительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таркинский В.Е. Мониторинг сельскохозяйственных посевов с помощью беспилотных летательных аппаратов / В.Е. Таркинский, М.А. Белик, Н.В. Трубицын // Евразийский союз ученых. – 2018. – № 11, ч. 2. – С. 26–31 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-selskohozyaystvennyh-posevov-s-pomoschyu-besplotnyh-letatelnyh-apparatov>, свободный (дата обращения: 14.03.2025).

2. Масловская А.Г. Программный комплекс системы сегментации и мультифрактальной диагностики цифровых изображений компьютерной томографии легких / А.Г. Масловская, В.О. Салмиянов // Вестн. Том. гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2023. – № 65 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmnyy-kompleks-sistemy-segmentatsii-i-multifraktnoy-dagnostiki-tsifrovyyh-izobrazheniy-kompyuternoy-tomografii-legkih>, свободный (дата обращения: 14.03.2025).

УДК 681.58

МЕТОД ВРЕМЕННОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫМ ОБЪЕКТОМ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

В.А. Киреев, аспирант каф. ВТ

Научный руководитель Д.О. Бобынцев, доцент каф. ВТ, к.т.н.

г. Курск, ЮЗГУ, avadimsa@yandex.ru

Исследование посвящено разработке метода временного автоматического управления подвижным объектом для предотвращения дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: система помощи водителю, безопасность дорожного движения, радарные датчики, распознавание маневров, боковой интервал, имитационное моделирование, безопасная дистанция, автопилотирование.

В современном мире автомобильная промышленность активно внедряет различные системы, направленные на повышение безопасности и комфорта участников дорожного движения. Радарные датчики, определяющие скорость, расстояние и угол азимута до объектов с помощью электромагнитных волн, интегрированы в системы помощи водителю, в том числе и для мониторинга «слепых зон» [1]. Согласно анализу данных открытого проекта «Карта ДТП», 10–15% дорожно-транспортных происшествий связано с нарушениями правил перестроения, которые приводят к материальному ущербу. При этом существующие системы помощи водителю не обладают достаточной точностью в распознавании маневров перестроения и не всегда эффективно реагируют на ошибочные действия водителя [2].

Для решения указанных проблем разработаны метод и алгоритм распознавания аварийных ситуаций при перестроении, основанные на контроле динамики изменения бокового интервала между транспортными средствами, оценке безопасной дистанции по правилу трех секунд и анализе угла поворота рулевого колеса [3].

Аварийная ситуация определяется как состояние, при котором существует высокая вероятность столкновения транспортного средства с помехой в соседней полосе. Идентификация данной ситуации осуществляется посредством комплексного анализа данных, полученных при помощи двухантенного радарного датчика и датчика угла поворота рулевого колеса. В случае обнаружения помехи в соседней полосе вычисляется условная дистанция, которая соотносится с минимально допустимым значением, определяемым в соответствии с правилом трёх секунд. Если при мониторинге бокового интервала и

его скорости изменения фиксируется устойчивая тенденция к сокращению, сопровождающаяся небезопасной условной дистанцией и превышением порогового значения скорости сокращения условного бокового интервала, ситуация классифицируется как аварийная и требует немедленного реагирования водителя.

Результаты имитационного моделирования разработанного решения были подтверждены экспериментальными исследованиями, в ходе которых были предложены необходимые корректировки метода обнаружения аварийной ситуации с целью повышения точности распознавания и устранения потенциальных проблем в управлении транспортным средством [4, 5]. Однако информирование водителя о вероятности ДТП не гарантирует предотвращения аварийной ситуации, поскольку в случае отсутствия своевременной реакции со стороны водителя или при недостаточном времени для принятия решения столкновение остается неизбежным.

Таким образом, на основе всего вышеизложенного возникает необходимость разработки метода временного автоматического управления подвижным объектом, который обеспечит оперативное и эффективное предотвращение ДТП посредством вмешательства в управление транспортным средством.

Цель исследования заключается в выработке методологической основы автопилотирования подвижного объекта в случае необходимости предотвращения ДТП при перестроении. Для минимизации ошибочных срабатываний системы помощи водителю при движении необходимо учитывать два ключевых фактора: движение по закруглениям с большим радиусом и выполнение маневра обгона.

В первом случае отклонение угла поворота руля от исходного положения, обусловленное геометрией дорожного полотна, может быть ложно классифицировано системой как начало перестроения.

Во втором случае манёвр обгона помехи может привести к опасным последствиям в виде столкновения с встречным транспортным средством, если система помощи будет мешать вернуться в ранее занимаемую полосу.

Система помощи водителю для предотвращения аварийных ситуаций при перестроении может корректировать управление через воздействие на рулевой механизм и путём автоматического торможения. Коррекция рулевого управления предполагает кратковременный поворот в сторону, противоположную помехе, для возврата автомобиля на исходную траекторию. Следует отметить, что такое вмешательство может быть опасным при сниженном сцеплении шин с дорожным покрытием из-за погодных условий (дождь, снег или гололёд). Основ-

ные факторы риска включают погодные условия, скорость движения автомобиля и угол поворота руля.

Торможение применяется для предотвращения аварийных ситуаций, когда возврат обратно в полосу грозит фронтальным столкновением. Для определения таких ситуаций предлагается использовать радарные датчики, устанавливаемые на переднюю часть автомобиля.

На основании всего сказанного сформулируем предлагаемый метод временного автоматического управления подвижным объектом для предотвращения дорожно-транспортных происшествий:

1. После фиксации аварийной ситуации и при отсутствии реакции водителя на опасность процессорный блок управления получает данные от передних радарных датчиков и определяет наличие препятствия, вычисляет его расстояние ($D_{\text{преп}}$) и скорость ($V_{\text{преп}}$).

2. Если впереди отсутствует препятствие или расстояние до него удовлетворяет условию $D_{\text{преп}} \geq D_{\text{без}}$, то вмешательство в рулевое управление уместно. В этом случае выполняется кратковременный поворот руля в сторону, противоположную направлению перестроения, чтобы вернуть автомобиль в полосу. Для реализации вмешательства в рулевое управление процессорный блок управления должен сформировать управляющую команду в зависимости от принятого решения, команда передается по CAN- или LIN-шине на исполнительный механизм электроусилителя руля. Блок управления электроусилителя руля принимает команду и регулирует угловое положение руля, изменяя положение колес.

3. Если расстояние до препятствия впереди недостаточно ($D_{\text{преп}} \leq D_{\text{без}}$), а скорость автомобиля с системой помощи превышает скорость препятствия ($V > V_{\text{преп}}$), необходимо комбинированное вмешательство в рулевое управление и применение торможения. Для применения вмешательства в тормозную систему предлагается использовать систему EBD. Команда на торможение генерируется процессорным блоком управления и передается в систему торможений через соответствующие шины (CAN или LIN). Система EBD получает команду торможения через CAN- или LIN-шину и интерпретирует ее как сигнал для активации тормозных механизмов.

Таким образом, в результате проведенного исследования, были получены следующие результаты:

1. Определены условия для минимизации риска ошибочного вмешательства системы помощи водителю в процесс управления транспортным средством.

2. В рамках высокоскоростного движения предлагается ограничивать угол поворота руля до 5° для избежания резкой смены траектории.

3. Разработан метод временного автоматического управления подвижным объектом для предотвращения дорожно-транспортных происшествий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сысоева С. Актуальные технологии и применения датчиков автомобильных систем активной безопасности. – Ч. 6: Радары // Компоненты и технологии. – 2007 – № 3 (68). – С. 67–76.

2. Киреев В.А. Исследование аварийных ситуаций при попутном движении на многополосных автомобильных дорогах / В.А. Киреев, Д.О. Бобынцев // Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы (ИИС – 2022): сборник матер. IX Всерос. науч.-практ. конф., Курск, 13–15 сентября 2022 г. – Курск: Юго-Западный гос. ун-т, 2022. – С. 76–80.

3. Бобынцев Д.О. Обнаружение аварийной ситуации при перестроении автомобильными системами активной безопасности / Д.О. Бобынцев, В.А. Киреев // Автомобили, транспортные системы и процессы: настоящее, прошлое и будущее: сборник статей 4-й Междунар. науч.-техн. конф., Курск, 20 мая 2022 г. / отв. ред. Е.В. Агеев. – Курск: Юго-Западный гос. ун-т, 2022. – С. 27–30.

4. Киреев В.А. Имитационное моделирование метода обнаружения аварийной ситуации при перестроении на автомобильных дорогах / В.А. Киреев, Д.О. Бобынцев // Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов и обработки изображений: сборник матер. XVII Междунар. науч.-техн. конф., Курск, 12–15 сентября 2023 г. – Курск: Юго-Западный гос. ун-т, 2023. – С. 121–123.

5. Киреев В.А. Исследование работы системы помощи водителю при перестроении на основе радарного датчика / В.А. Киреев, Д.О. Бобынцев // Вестник Донецкого национального ун-та. – Сер. Г: Технические науки. – 2024. – № 4. – С. 183–192.

УДК 004.924

ОБЗОР МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ РАСЧЁТОВ ОТОБРАЖЕНИЯ 2D-ГРАФИКИ В СОВРЕМЕННЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ

А.М. Кириченко, студент каф. ЭМИС

*Научный руководитель Е.А. Шельмина, доц. каф. ЭМИС к.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, anatoliykirichenko01@gmail.com*

Рассмотрены методы оптимизации расчётов отображения двухмерной графики в современных веб-приложениях, использующих в основе средств отображения технологию WebGL. Выявлены особен-

ности использования и интеграции различных методов оптимизации отрисовки графики в веб-приложении.

Ключевые слова: веб-приложение, двухмерная графика, WebGL, OpenGL, расчёты отображения графики, 2D-графика.

В современных веб-приложениях двухмерная графика рисуется за счёт WebGL, фреймворка OpenGL, решения, использующегося для отрисовки графики в десктопных приложениях. Интеграция всей графики на веб-страницу для отображения происходит по средством элемента `<canvas>` в языке разметки HTML [1].

Для оптимизации расчётов двухмерной графики в современных веб-приложениях необходимо использовать различные методы оптимизации, сокращающие мощностные затраты на расчёт каждого кадра графики. В WebGL существуют следующие методы оптимизации:

- тесселяция;
- VBO (Vertex Buffer Object);
- FBO (Frame Buffer Object).

Далее подробнее рассмотрен каждый из перечисленных методов оптимизации в фреймворке OpenGL, позволяющие значительно ускорить процесс отрисовки каждого кадра сцены в веб-приложении.

Тесселяция – это процесс деления объекта на более маленькие элементы, отталкиваясь от начального небольшого набора точек. Данный алгоритм позволяет, опираясь на начальные координаты (например, четырёх точек), получить сложную форму путём деления отрезка каждой из сторон на два с выбором определённой или случайной точки и проведением новой линии из этого места [2]. Поскольку координаты новой точки основаны на координатах родительского элемента, то сложных расчётов для нового элемента не требуется, что значительно увеличивает скорость отрисовки сложных геометрических фигур. Таким образом, отрисовывая, например, квадрат, можно использовать одну центральную точку и желаемую ширину, впоследствии продолжая 4 отрезка из центра с заливкой полученной фигуры (рис. 1).

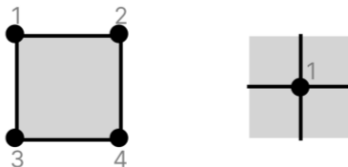


Рис. 1. Принцип отрисовки квадрата без тесселяции и с тесселяцией

Vertex Buffer Object (объект буфера вершин) – особенность OpenGL, обеспечивающая набор методов выгрузки объектов (вершин,

вектора нормали, цветов, и т.д.) в видеоустройство для рендеринга [2]. Vertex Buffer Object существенно увеличил скорость отрисовки элементов кадра, поскольку все необходимые данные находятся непосредственно в памяти видеоустройства, а не в оперативной памяти, что позволяет экономить время на перемещение объектов через шину видеоустройства. На рис. 2 представлен график зависимости времени отрисовки сцены от количества отображаемых объектов без использования VBO (тёмная линия) и с использованием VBO (светлая линия).

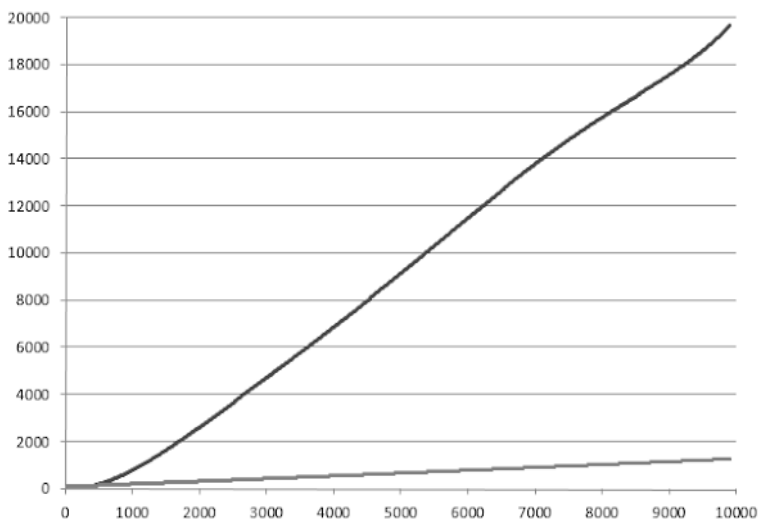


Рис. 2. График зависимости времени отрисовки сцены от количества объектов на ней с использованием VBO и без VBO

Frame buffer object (FBO) – это специальная надстройка в архитектуре OpenGL, позволяющая применять различные фильтры как на конкретные элементы в кадре, так и на всю видимую область в целом. По своей сути frame buffer object является аналогом render targets model в DirectX [3]. Данный инструмент работает без настройки контекста рендеринга, т.е. изначально нет необходимости настраивать последовательность состояний каждого из элементов, находящегося в пределах одной сцены, что позволяет упростить внедрение новых объектов на поверхность для отображения, а также убирает зависимость от конкретной платформы, поскольку контекст отрисовки чаще всего находится в рамках операционной системы. FBO имеет два основных применения: пост-обработка полученного изображения и объединение

различных сцен. На рис. 3 представлено возможное применение FBO для оптимизации времени отрисовки сцены.

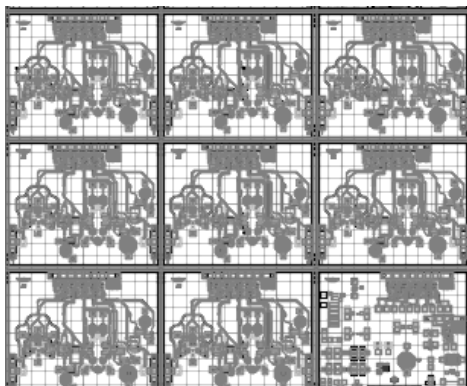


Рис. 3. Отрисовка квадрата, разделённого на 9 квадратов, с загруженной в каждый текстурой

На представленном изображении квадрат делится на 9 квадратов, в каждый из которых загружена текстура полупроводникового элемента. Данный метод отображения текстуры значительно ускоряет отрисовку сцены по сравнению с традиционным методом отображения.

Подводя итог, можно сделать вывод, что WebGL имеет большой набор различных средств оптимизации расчётов при отрисовке сцены в веб-приложении. Каждый из перечисленных способов на своём уровне упрощает вычисления, что позволяет подготавливать каждый кадр значительно быстрее, чем без использования данных методов. Данные способы оптимизации могут использоваться в различных веб-приложениях широкого спектра задач. Например, можно использовать их в приложении для разметки полупроводниковых пластин, онлайн-редакторе изображений или же в веб-приложении, нацеленном на симуляцию различных физических взаимодействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как работают веб-приложения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/450282/>, свободный (дата обращения: 15.02.2025).
2. Tessellation in WebGL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://piellardj.github.io/tessellation-webgl/readme/>, свободный (дата обращения: 15.02.2025).
3. WebGL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/API/WebGL_API, свободный (дата обращения 15.02.2025).

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ И АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В БАНКОВСКОЙ ИНДУСТРИИ

Т.И. Кондрашова, аспирант;

*А.Н. Колесенков, д.т.н., проф. каф. космических технологий
г. Рязань, РГРТУ, kt.rsreu@yandex.ru*

Исследуется, как интеграция искусственного интеллекта и машинного обучения в интегрированные информационно-управляющие системы банковского сектора может повысить эффективность и безопасность операций. Авторы рассматривают конкретные примеры применения этих технологий, такие как прогнозирование отказов оборудования, оптимизация энергопотребления и предотвращение мошеннических операций. В статье обсуждаются преимущества и недостатки внедрения искусственного интеллекта и машинного обучения.

Ключевые слова: интегрированные системы, искусственный интеллект, машинное обучение, предиктивная аналитика, принятие решений.

Современные интегрированные информационно-управляющие системы играют ключевую роль в автоматизации сложных технологических и организационных процессов в различных отраслях, включая банковский сектор. С ростом сложности управляемых объектов и объемов обрабатываемых данных традиционные подходы к управлению сталкиваются с ограничениями, связанными с необходимостью оперативной обработки больших массивов разнородной информации, прогнозирования нештатных ситуаций и принятия решений в условиях неопределенности [1].

Целью исследования является анализ потенциала и перспектив интеграции технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в интегрированные информационно-управляющие системы банковского сектора для реализации функций предиктивной аналитики и автоматического принятия решений.

В результате проведенного анализа научно-технической литературы, экспертных оценок и обобщения передового опыта в области применения искусственного интеллекта и машинного обучения в различных отраслях выявлены следующие потенциальные возможности и сценарии применения данных технологий в интегрированных информационно-управляющих системах банковского сектора:

1. Анализ продемонстрировал, что на основе данных, поступающих от датчиков и исторических данных, применение методов ма-

шинного обучения позволяет прогнозировать отказы банковского оборудования (например, банкоматов), определять остаточный ресурс и планировать техническое обслуживание [2]. В частности, методы анализа временных рядов и алгоритмы классификации могут быть использованы для выявления аномалий в работе оборудования и прогнозирования вероятности поломок на основе исторических данных о неисправностях и текущих показателях датчиков.

2. Выявлено, что модели машинного обучения могут успешно использоваться для прогнозирования качества обслуживания клиентов, энергопотребления банковских филиалов, выявления узких мест и оптимизации параметров технологических процессов (например, обработки транзакций). Для прогнозирования качества обслуживания могут применяться методы регрессионного анализа и машинного обучения на основе данных обратной связи от клиентов, истории их взаимодействия с банком и операционных показателей. Анализ данных об энергопотреблении с использованием методов кластеризации и поиска аномалий позволяет выявлять неэффективные режимы работы и потенциал для оптимизации.

3. Установлено, что в случае возникновения аномалий или аварийных ситуаций (например, попытки мошенничества), интегрированные информационно-управляющие системы, основанные на AI/ML, могут выбирать оптимальные управляющие воздействия для локализации и устранения последствий [3]. Системы поддержки принятия решений, использующие методы ситуационного анализа и экспертные системы, позволяют автоматизировать процесс выбора оптимальных действий в критических ситуациях, минимизируя негативные последствия. В частности, для борьбы с мошенничеством могут применяться алгоритмы выявления аномалий и классификации транзакций.

4. Анализ подтвердил, что системы, использующие AI/ML, обладают способностью адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации управляемого объекта, обеспечивая оптимальное управление (например, динамическое изменение лимитов на транзакции в зависимости от рисков) [4]. Методы обучения с подкреплением и адаптивного управления позволяют системам автоматически настраивать параметры управления в реальном времени, реагируя на изменения внешней среды и внутренних условий функционирования.

5. Рассмотрено, что предиктивные модели могут быть интегрированы с цифровыми двойниками банковских процессов, что позволяет проводить сценарный анализ и оптимизацию процессов в виртуальной среде. Использование цифровых двойников в сочетании с методами

имитационного моделирования и оптимизации позволяет проводить всесторонний анализ различных сценариев развития событий и находить оптимальные решения для повышения эффективности и устойчивости банковских процессов.

Оценка преимуществ, ограничений и перспектив. Внедрение искусственного интеллекта и машинного обучения в интегрированные информационно-управляющие системы банковского сектора обеспечивает следующие преимущества [5].

1. Повышение эффективности деятельности банков за счет оптимизации процессов, сокращения простоев и рационального использования ресурсов (например, уменьшение времени обслуживания клиентов).

2. Увеличение надежности и безопасности в банковском секторе благодаря прогнозированию отказов и автономному реагированию на нештатные ситуации (например, предотвращение мошеннических операций).

3. Снижение эксплуатационных затрат за счет упреждающего обслуживания и оптимизации энергопотребления (например, уменьшение энергозатрат на работу банкоматов).

4. Расширение функциональных возможностей интегрированных информационно-управляющих систем через переход к проактивному и адаптивному управлению (например, динамическое изменение лимитов на кредитные карты).

Вместе с тем выявлен и ряд недостатков [6]:

1. Необходимость в больших объемах качественных данных для обучения и валидации моделей машинного обучения.

2. Проблемы интерпретируемости моделей.

3. Высокие требования к вычислительным ресурсам.

4. Кибербезопасность и защита данных.

5. Необходимость в специалистах нового профиля.

Заключение. Искусственный интеллект и машинное обучение являются ключевыми технологиями, которые определяют развитие интегрированных информационно-управляющих систем в банковском секторе. Предиктивная аналитика и автономное принятие решений, реализованные на основе методов искусственного интеллекта и машинного обучения, способны трансформировать подходы к управлению сложными объектами, обеспечивая качественно новый уровень эффективности, надежности и безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костров Б.В. Разработка интегральной модели человеко-машинного взаимодействия в автоматизированной информационной системе / Б.В. Кост-

ров, Е.А. Трушина // Изв. Тульского гос. ун-та. Технические науки. – 2019. – № 10. – С. 64–69.

2. Разработка системы поддержки принятия решений на базе машинного обучения / А.С. Савченко, С. Кенжеханулы, Ж.Ж. Омирбекова, А.Е. Калабаева // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – 2019. – № 3 (110). – С. 163–169.

3. Интеллектуальные методы и технологии передачи и обработки информации аэрокосмических систем / А.И. Таганов, С.И. Гусев, А.Н. Колесников и др. // Вестник Рязан. гос. радиотехнического ун-та. – 2017. – № 60. – С. 65–74.

4. Пролетарский А.В. Современные интеллектуальные системы управления: теория и реализация / А.В. Пролетарский, К.А. Неусыпин, М.С. Селезнева // Инженерная физика. – 2020. – № 1. – С. 9–30.

5. Lee J. Industrial AI: Applications with Sustainable Performance / J. Lee, H. Davari, J. Singh. – CRC Press, 2020. – 350 p.

6. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход / С. Рассел, П. Норвиг; пер. с англ. и ред. К.А. Птицына. – 2-е изд. – М.: ИД Вильямс, 2006.

УДК 004.41

СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НАГРЕВА И РЕВЕРСИВНОЙ ПРОКАТКИ СЛЯБОВ

М.А. Кустов, аспирант каф. МПО ЭВМ

Научный руководитель Е.В. Ершов, зав. каф. МПО ЭВМ, д.т.н.

г. Череповец, ЧГУ, makustov@chsu.ru

Рассматривается разработка системы оптимального планирования и реверсивной прокатки слэбов на стане, направленная на повышение эффективности производственного процесса в металлургической области. Особое внимание уделяется математическому моделированию процессов и алгоритмам оптимизации.

Ключевые слова: планирование производства, прокатка, нагрев, горячекатаный прокат, средства оптимизации.

Повышение эффективности производственных процессов выступает ключевым направлением развития современного предприятия. Основными целевыми ориентирами при совершенствовании производства становятся достижение максимальной производительности и рациональное использование ресурсов, что напрямую влияет на экономическую эффективность предприятия.

Для достижения максимальной эффективности работы стана требуется грамотно организовать последовательность операций нагрева и прокатки слэбов, минимизировав при этом общие временные затраты

на производственный цикл. Современные методы оптимизации и алгоритмы демонстрируют значительно более высокие результаты в данной задаче по сравнению с традиционным ручным способом планирования, применяемым в настоящее время.

Целью проектирования системы выступает увеличение производственной эффективности стана путем минимизации временных затрат на обработку запланированных производственных партий через совершенствование рабочих процессов.

Для выполнения данной цели была создана математическая модель, позволяющая эффективно группировать слябы для прокатки. Модель решает задачу распределения заданного количества слябов на следующие сутки таким образом, чтобы общее время прокатки было минимизировано. При этом происходит формирование оптимальных прокатных групп из имеющихся слябов. Математически данная модель выражается через целевую функцию, которая в формализованной записи имеет следующий вид:

$$F(X) = \sum_{i=1}^n X_i * d_i \rightarrow \min ,$$

где d_i – длительность прокатки группы; X_i – количество экземпляров прокатных групп, необходимых для выполнения заказа; n – количество групп.

При решении оптимизационной задачи необходимо учитывать следующие ограничивающие факторы:

- В рамках ежедневной производственной деятельности следует гарантировать изготовление полного объема слябов согласно клиентским заявкам.
- Необходимо соблюдать установленные нормы по количеству слябов определенного типа при формировании каждой производственной группы.

Множество ограничений можно представить в виде системы неравенств:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n a_{ij} * x_i \leq k_j, \\ \sum_{i=1}^n a_{ij} * x_i \geq k_j. \end{cases}$$

Количество слябов каждого типа в перечне заказов обозначим множеством $K (k_1, k_2 \dots k_n)$.

Обозначим множеством $A(a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1m}; a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2m}; \dots, a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nm})$ количество слябов в m -й группе слябов k -го типа.

В связи с тем, что установленные ограничения имеют линейный характер, для решения поставленной задачи был применен метод линейного программирования, а именно симплекс-метод. Данный метод представляет собой процедуру, которая позволяет найти оптимальное решение задачи путем последовательного улучшения начального плана [1]. Симплекс-метод особенно эффективен для решения задач с линейными ограничениями, так как он обеспечивает систематический подход к поиску оптимального решения при минимизации целевой функции [2].

В ходе опытно-промышленных испытаний была проведена проверка разработанной модели. Для оценки её работоспособности был организован сравнительный эксперимент в формате А/В тестирования, в ходе которого суточный график производства обрабатывался двумя способами: с применением разработанной модели и традиционным методом, реализованным квалифицированным специалистом [3].

Результаты тестирования продемонстрировали явное преимущество нового решения: время обработки производственного плана сократилось на 2,5–5,0% относительно базового варианта. Учитывая полученную экономию и стабильность работы алгоритма, его промышленное внедрение является оправданным решением для оптимизации производственных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самарин В.И. Технология раскрытия темы симплекс – метод решения задачи линейного программирования / В.И. Самарин, А.М. Игнатенко, И.Л. Макарова, Н.Ф. Якунина // Вопросы гуманитарных наук. – 2016. – № 2 (83). – С. 118–126.
2. Канторович Л.В. Математические методы организации и планирования производства: репринтное изд. – СПб.: Изд. дом СПб. гос. ун-та, 2012. – С. 7–13.
3. Mathis L. A/B Testing. – Pragmatic Bookshelf, 2011. – 344 p.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫДАЧИ МАРШРУТОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ВОДИТЕЛЕЙ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В.Д. Аникаев, студент; Е.Е. Мансуров, ассистент

*Научный руководитель А.А. Шелестов, к.т.н., доцент каф. АСУ
г. Томск, ТУСУР, каф. АСУv.anikaev@gmail.com,
evgenii.e.mansurov@tusur.ru*

Целью разработки системы автоматизации выдачи маршрутов перемещения для водителей грузового предприятия является повышение эффективности управления транспортными процессами путем ускорения обмена информацией между водителями и диспетчерами.

Ключевые слова: грузоперевозки, Telegram-бот, программное обеспечение.

Современный рынок грузоперевозок предъявляет высокие требования к управлению транспортными процессами и контролю за выполнением заказов.

Система автоматизации выдачи маршрутов перемещения водителей грузового предприятия – это специализированное IT-решение, предназначенное для упрощения координации действий между водителями и диспетчерами.

Продукт включает в себя Telegram-бот для водителей и веб-приложение для диспетчеров, что обеспечивает удобное и эффективное взаимодействие участников процесса грузоперевозок.

На рынке существует несколько аналогичных продуктов, таких как Wialon Logistics[1], TMS-системы и различные платформы для управления автопарком. Однако данная система выделяется интеграцией с мессенджером Telegram, что делает её уникальной и удобной для водителей.

На данный момент система находится в стадии разработки, были созданы следующие основные модули:

1. Модуль авторизации:
 - Обеспечивает регистрацию и аутентификацию пользователей (водителей и диспетчеров) в системе.
 - Поддерживает различные уровни доступа и права пользователей.
2. Модуль управления заказами:
 - Позволяет диспетчерам создавать и управлять заказами, включая назначение водителей, отслеживание статусов и контроль выполнения.

- Включает функционал для автоматического распределения заказов на основе различных критериев (например, местоположение водителя, доступность, история работы).

3. Модуль отслеживания местоположения:

- Обеспечивает получение и обновление данных о текущем местоположении водителей в режиме реального времени.

- Интегрируется с картографическими сервисами для визуализации маршрутов и отслеживания перемещений.

4. Модуль уведомления и коммуникации:

- Обеспечивает обмен сообщениями между диспетчерами и водителями, включая уведомления о новых заказах, изменениях в маршрутах и проблемах на пути.

- Поддерживает функции обратной связи и подтверждения заказов водителями.

Благодаря чему были решены следующие задачи:

Для водителей:

1. Авторизация через Telegram. Водители могут удобно и безопасно войти в систему, используя свой аккаунт в Telegram. Это упрощает доступ к функционалу и исключает необходимость запоминания сложных паролей.

2. Отчеты о смене. Водители могут фиксировать начало и окончание своей рабочей смены через Telegram-бот. Это позволяет диспетчерам отслеживать рабочее время и анализировать производительность каждого сотрудника. А также в автоматизированном формате происходит проверка на соответствие особенностям режима рабочего времени и времени отдыха, условий труда водителей автомобилей [2].

3. Управление заказами. Водители могут принимать новые заказы, подтверждать их выполнение или сообщать о возникающих проблемах прямо через Telegram-бот. Такой подход значительно ускоряет коммуникацию и делает её более прозрачной.

Для диспетчеров:

1. Мониторинг водителей. Через веб-приложение диспетчеры могут следить за статусом водителей на смене, запрашивать информацию о местоположении и получать уведомления о любых изменениях.

2. Работа с таблицами. Веб-приложение предоставляет диспетчерам доступ к обширному набору данных, представленных в виде таблиц. Эти таблицы содержат информацию о заказах, водителях, транспортных средствах и маршрутах. Инструменты фильтрации и сортировки данных облегчают анализ и ускоряют принятие решений.

3. Создание новых заказов. Диспетчеры могут легко создавать новые заказы, указывая необходимые детали, такие как пункты отправки и назначения, тип груза и особые условия. После создания заказа он направляется выбранным водителям через Telegram-бот.

4. Анализ и отчетность. Система аккумулирует данные о выполненных заказах, затратах времени и ресурсов, что позволяет формировать детальные отчеты для анализа эффективности работы водителей и выявления узких мест в логистическом процессе.

В будущем планируется разработка модуля, который будет предлагать диспетчеру наиболее подходящего водителя для выполнения заказа на основе анализа текущих координат водителей и местоположения заказа.

Этот модуль значительно упростит работу диспетчеров, повысит эффективность распределения заказов и сократит время на принятие решений, что в конечном итоге улучшит качество обслуживания клиентов и скорость выполнения заказов.

Архитектурно система разделена на две основные составляющие: Telegram-бот для водителей и веб-приложение для диспетчеров. Обе части связаны единой базой данных, которая хранит всю необходимую информацию о заказах, водителях, транспортных средствах и маршрутах. Взаимодействие между компонентами происходит через защищенный API, что гарантирует безопасность передаваемых данных. В процессе разработки была создана контекстная архитектурная схема системы (рис. 1).

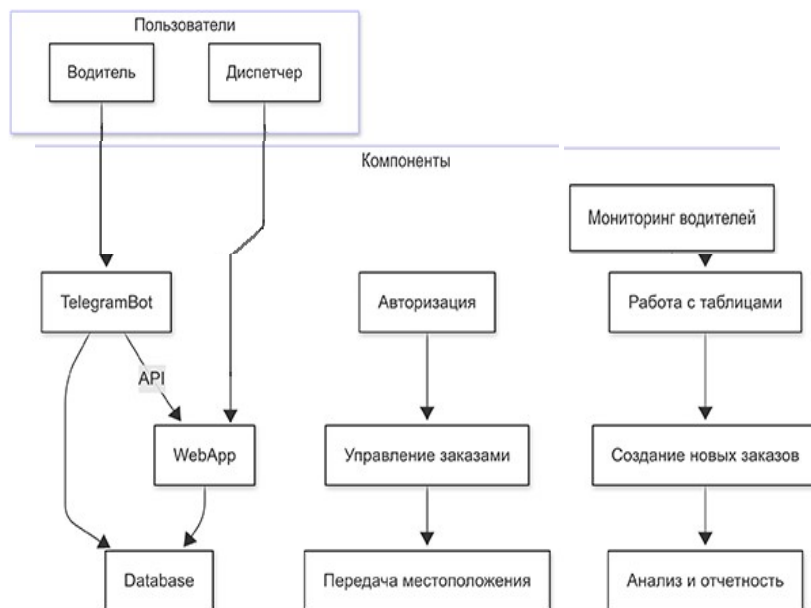


Рис. 1. Контекстная архитектурная схема

Она демонстрирует основные компоненты системы и их взаимодействие с акторами.

Система автоматизации выдачи маршрутов перемещений водителей логистического предприятия – это эффективный инструмент для управления грузоперевозками. Удобство для водителей, обеспечиваемое Telegram-ботом, и функциональность для диспетчеров, предоставляемая веб-приложением, делают этот продукт уникальным и востребованным на современном рынке логистики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Логистическое приложение «Wialon Logistics»: сайт ООО «Нью-Апекс». – URL: <https://newapex.by/news/logisticskoe-prilozenie-wialon-logistics.html> (дата обращения: 12.03.2025).

2. Приказ Министерства транспорта РФ от 16 октября 2020 г. № 424. Об утверждении Особенности режима рабочего времени и времени отдыха, условий труда водителей автомобилей: сайт информационно-правовой портал Гарант.ру. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74924227/> (дата обращения: 15.03.2025).

УДК 004.023

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАГРУЗКИ АГРЕГАТОВ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Р.А. Матевосян, аспирант каф. МПО ЭВМ

*Научный руководитель Е.В. Еришов, зав. каф. МПО ЭВМ, д.т.н.
г. Череповец, ЧГУ, ramatevosian@chsu.ru*

Рассматривается проектирование системы планирования загрузки агрегатов сталеплавильного производства с учетом особенностей производственной площадки ПАО «Северсталь».

Ключевые слова: планирование производства, программирование в ограничениях, OR-Tools, имитационное моделирование.

Современное сталеплавильное производство характеризуется высокой сложностью и многостадийностью процессов, что требует эффективного планирования и управления ресурсами. Одной из ключевых задач является оптимизация загрузки доменных печей и координация работы агрегатов сталеплавильного цеха. Для решения этой задачи предлагается система, объединяющая две модели: загрузки доменных печей и скользящего планирования агрегатов (рис. 1).

Модель загрузки доменных печей (ДП) получает данные о фактическом графике выпусков, положении чугуновозных миксеров, запланированных простоев на доменных печах, планируемой разливке

чугуна на сырье и электросталеплавильный цех из базы данных доменного производства. На основе этой информации модель строит прогноз загрузки доменного производства, который состоит из информации о почасовом наличии чугуна на ближайшие сутки. Данная информация подается на вход в модель скользящего планирования агрегатов сталеплавильного производства (СП), где, также получив информацию о потребностях в заказах, состоянии оборудования СП из базы данных СП, строится план загрузки агрегатов на цехах сталеплавильного производства. Результаты работы моделей отображаются в системе визуализации, которую использует начальник смены СП для принятия решения по планированию производства на текущую смену.

Для реализации системы планирования необходимо разработать математическое обеспечение, позволяющее:

- получить прогноз выпусков чугуна и чугуновозных миксеров на доменном производстве (ДП);
- на основе прогноза выпуска ДП, с учетом текущего парка стальной и потребностей разливки, построить график задувок в цехе выплавки конвертерной стали (ЦВКС) и график разливки плавков на установках непрерывной разливки стали (УНРС).

Этим требованиям в большей степени будет соответствовать имитационная модель, позволяющая сочетать математический аппарат прогнозирования и построения плана.

Имитационное моделирование – это метод исследования систем, основанный на создании компьютерной модели, воспроизводящей структуру и процессы функционирования реальной системы [1]. Разработана имитационная модель процесса выпуска чугуна доменными печами. Модель использует данные о последних выпусках, учитывая их объемы и временные интервалы, а также информацию о запланированных простоях для технического обслуживания. На основе этих данных модель имитирует работу доменных печей, прогнозируя объемы выпуска чугуна в суточном диапазоне. Это позволяет более точно планировать загрузку сырья и синхронизировать работу доменного и сталеплавильного цехов.

Реализовать построение плана позволит метод программирования с ограничениями. Программирование в ограничениях (Constraint Programming – CP) – парадигма программирования, предназначенная для решения комбинаторных задач путем декларативного описания проблемы через систему ограничений [2]. Данный метод позволит задавать необходимые маршруты и требования по технологии в виде ограничений и находить план загрузки, близкий к оптимальному, за короткое время.

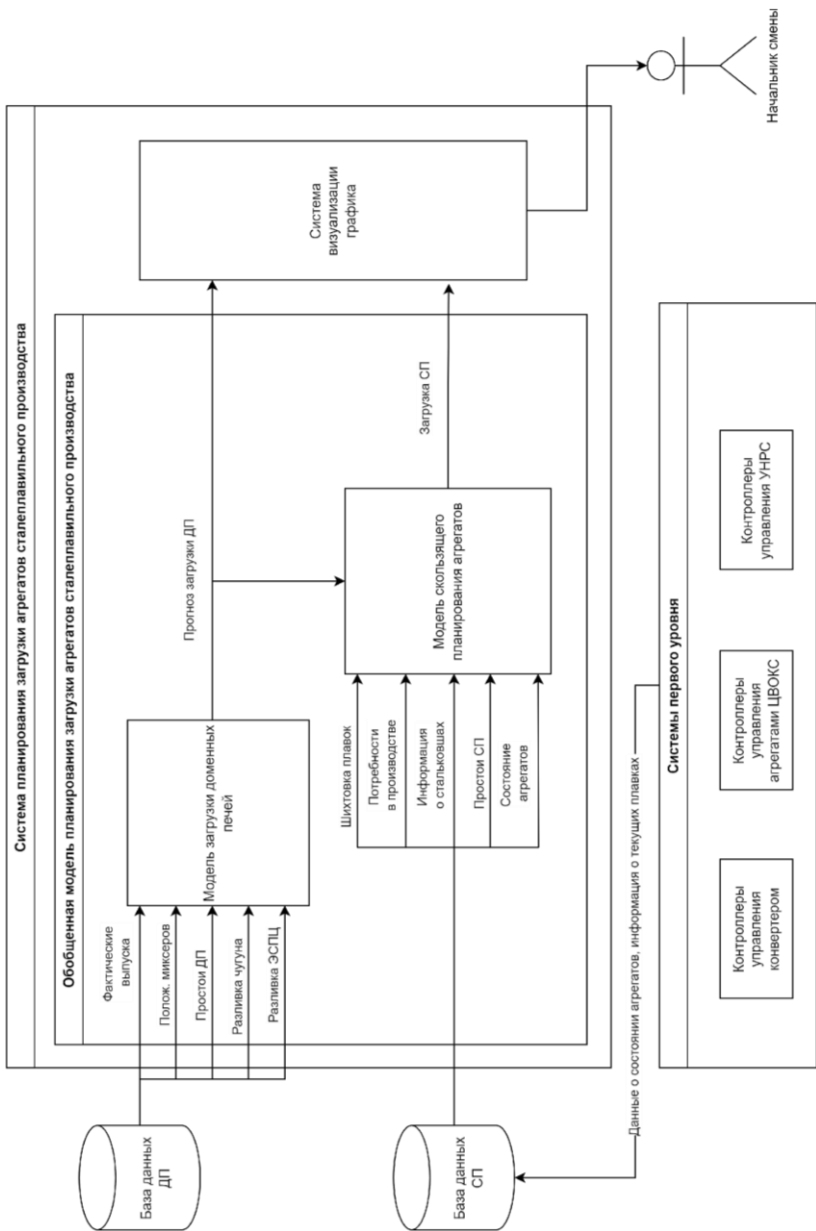


Рис. 1. Обобщенная модель системы планирования загрузки агрегатов сталеплавильного производства

Система комплексного планирования загрузки агрегатов даст возможность:

- Улучшить качество производимой стали за счет учета технологических требований к производству заказа.
- Повысить объемы производства за счет увеличения скорости разливки плавков и уменьшения выдержек.
- Снизить затраты на электроэнергию путем сокращения выдержек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Имитационное моделирование в AnyLogic [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.hse.ru/edu/courses/375294354>
2. Apt K.R. Principles of Constraint Programming. – Cambridge University Press, 2003.

УДК 004.852

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДОКУМЕНТООБОРОТА СЛУЖБЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

В.В. Панин, студент

*Научный руководитель А.Н. Тушев, доцент каф. ИВТиИБ, к.т.н.
г. Барнаул, АлтГТУ, panin_vld@mail.com*

Работа посвящена разработке приложения для автоматизации контроля качества состояния предприятия. Приложение включает в себя бот, написанный на языке программирования Python, и базу данных PostgreSQL, управляемую с помощью pgAdmin4. Основной задачей приложения является автоматизация процессов инспекции, сбора и анализа данных, а также генерация отчетов. Использование базы данных позволяет централизованно хранить информацию о пользователях, объектах инспекции, результатах проверок и отчетах, что значительно повышает эффективность работы службы контроля качества. Дополнительно система обеспечивает сбор и анализ статистики, упрощая формирование отчетов и контроль за состоянием предприятия.

Ключевые слова: автоматизация, контроль качества, Telegram-бот, PostgreSQL, pgAdmin4, база данных, инспекция, Python, статистический анализ, отчеты.

Автоматизация контроля качества играет ключевую роль в современных производственных процессах. Разрабатываемое приложение включает Telegram-бота, который позволяет инспекторам быстро вносить данные о проверках, фиксировать результаты с фотографиями и отправлять отчеты. База данных PostgreSQL служит для хранения

информации о пользователях, объектах инспекции, результатах проверок и отчетах, обеспечивая удобный доступ к данным и их анализу.

Системы автоматизированного контроля качества широко применяются в различных отраслях. Среди аналогичных решений можно выделить SCADA-системы, которые позволяют контролировать параметры технологических процессов, а также программные комплексы на базе BI-платформ (например, Power BI, Tableau), используемые для сбора и анализа данных. В отличие от указанных решений разрабатываемое приложение ориентировано именно на автоматизацию инспекционного контроля предприятия, предлагая удобный интерфейс в виде Telegram-бота, интеграцию с PostgreSQL и возможность формирования детализированных отчетов.

Система контроля качества состоит из нескольких основных компонентов. База данных содержит следующие таблицы: Users (пользователи), InspectionObjects (объекты инспекции), InspectionResults (результаты проверок) и Reports (отчеты). В таблице Users хранятся идентификаторы пользователей, их имена, роли и контактные данные. Таблица InspectionObjects содержит информацию о проверяемых объектах, включая их название, описание и местоположение. В таблице InspectionResults фиксируются результаты инспекций с привязкой к пользователям и объектам, включая дату проверки, фотографии и заметки инспектора. В таблице Reports хранятся сведения о сформированных отчетах с указанием даты и ссылки на файл. База данных представлена на рис. 1.

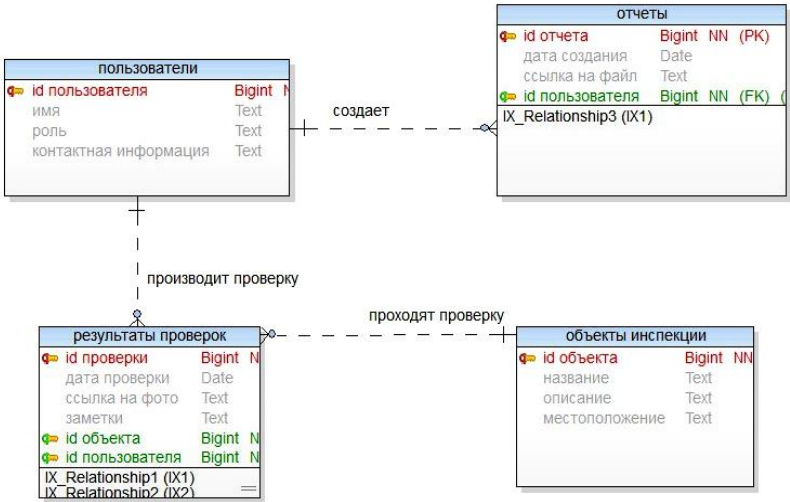


Рис. 1. Пример базы данных

Для реализации взаимодействия между пользователями и системой используется Telegram-бот, разработанный на языке Python. Бот предоставляет удобный интерфейс для инспекторов, позволяя им выполнять проверку объектов, загружать фотографии, оставлять заметки и формировать отчеты. Бот взаимодействует с базой данных PostgreSQL, используя библиотеку `psycopg2` [1] для работы с SQL-запросами.

Процесс обработки данных включает следующие этапы: получение информации от пользователя через Telegram-бот, запись данных в базу, автоматическая обработка информации и формирование отчетов. Данные о проверках поступают в таблицу `InspectionResults`, после чего могут быть проанализированы и использованы для создания отчетов в формате PDF. Приложение также выполняет анализ собранных данных, выявляя возможные проблемные зоны на предприятии, что позволяет оперативно реагировать на нарушения и улучшать общую производственную эффективность.

Используемые технологии включают Python, PostgreSQL и pgAdmin4. PostgreSQL обеспечивает надежное хранение данных и поддержку сложных запросов, а pgAdmin4 предоставляет удобные инструменты для управления базой данных. В разработке также применяются библиотеки `aiogram` [2] для создания Telegram-бота и `reportlab` [3] для генерации отчетов.

Оптимизация работы базы данных включает индексацию полей, наиболее часто используемых в запросах, а также настройку механизмов транзакций для обеспечения целостности данных. Для повышения скорости обработки используется кеширование результатов запросов и оптимизация структуры таблиц.

Основным преимуществом разрабатываемого решения является его удобство и простота в использовании. Telegram-бот позволяет инспекторам работать с системой без необходимости освоения сложного программного обеспечения, что снижает барьеры внедрения. Централизованное хранение данных и автоматическая генерация отчетов делают процесс контроля прозрачным и эффективным, а возможность анализа накопленных данных способствует улучшению качества управления предприятием.

Применение данной системы позволяет значительно упростить работу службы контроля качества, снизить количество ошибок при вводе данных, ускорить формирование отчетов и обеспечить централизованное хранение информации. В перспективе возможно расширение функционала, включая интеграцию с системами машинного обучения для автоматического анализа данных инспекций и выявления аномалий.

ЛИТЕРАТУРА

1. PostgreSQL Documentation [Электронный ресурс]: PostgreSQL, 2024. – URL: <https://www.postgresql.org/docs/> (дата обращения: 10.07.2024).
2. Aiogram Documentation [Электронный ресурс]: Aiogram, 2024. – URL: <https://docs.aiogram.dev/> (дата обращения: 10.07.2024).
3. ReportLab User Guide [Электронный ресурс]: ReportLab, 2024. – URL: <https://www.reportlab.com/docs/> (дата обращения: 10.07.2024).

УДК 623.74: 004.932

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ СЕГМЕНТАЦИИ И СГЛАЖИВАНИЯ В ПРОГРАММЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРОН НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ЛЕСНОГО МАССИВА В РАМКАХ ЗАДАЧ ЛЕСНОЙ ТАКСАЦИИ

М.А. Деев, О.В. Петрова, студенты каф. АСУ

*Научный руководитель М.Ю. Катаев, проф. каф. АСУ, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, deevm007@gmail.com*

Статья посвящена повышению точности детектирования деревьев на изображениях, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Рассмотрены методы сегментации и сглаживания изображений, такие как метод Watershed и фильтр Савицкого–Голея, которые могут улучшить качество выделения кроны деревьев.

Ключевые слова: БПЛА, таксация, лес, мониторинг, обработка изображений, ортофотоплан, сегментация, сглаживание, Watershed, фильтр Савицкого–Голея.

В лесном хозяйстве существует специализированная область – лесная таксация, которая фокусируется на анализе характеристик деревьев в лесных массивах. Она решает как экологические проблемы, такие как обнаружение больных деревьев, так и производственные задачи, связанные с заготовкой древесины. Традиционно для сбора данных используется ручной метод, который включает в себя пешеходные обследования и визуальные наблюдения с помощью простых инструментов. Однако этот подход требует значительного времени и может быть затруднён в сложной местности.

В качестве более эффективной альтернативы предлагается использовать технологию мониторинга изображений лесного массива с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), оснащённых цифровыми камерами. Этот метод позволяет быстро и точно собирать данные, проводя обработку изображений для создания ортофотопланов, выделяя кроны деревьев и оценивая их характеристики. В резуль-

тате формируется подробный протокол с геопривязанной информацией о деревьях, что делает этот подход быстрым и экономически выгодным.

Для поиска и выделения крон деревьев используется DeepForest [1] – библиотека, которая содержит нейронную сеть для детектирования крон деревьев на изображениях. Она предназначена для работы с ортофотопланами, полученными с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Данная библиотека позволяет использовать готовую модель, чтобы находить деревья. Однако, учитывая разнообразие природных зон, а как следствие и типов лесов и деревьев – точности Deepforest бывает недостаточно. Так, например, на изображениях таёжного леса точность может не превышать 60–70% обнаружения, что близко к существующему методу наземной таксации.

Это связано с такими характеристиками изображения, как форма, текстура и цвет.

Форма – используется для детектирования объекта. Текстура – для различия поверхностей. А цвет – для выделения объекта из фона. То есть для наилучшего нахождения объектов они должны быть отделены на расстоянии и отделены цветом друг от друга. Так, на более контрастных изображениях (более светлые кроны деревьев контрастируют с тёмным фоном вокруг них) найти объекты легче, однако существуют ситуации:

- низкая контрастность – цвет фона близок к цвету объекта;
- шум на текстуре – нарушает распознавание;
- высокое перекрытие – объекты сгруппированы близко.

И во всех случаях модели не получится распознать объект. Если первые два пункта достаточно логично сочетаются с объяснениями, описанными выше, то третий пункт связан с такой важной характеристикой, как IoU (Intersection over Union) – метрикой, используемой для оценки качества сегментации объектов на изображениях, рассчитывающейся как отношение площади пересечения между предсказанным и истинным объектами к площади их объединения.

Таким образом, хоть точность обнаружения и можно повысить, используя подборку аннотаций для дообучения модели, существуют другие методы, которые позволят значительно увеличить точность обнаружения объектов из-за прямого воздействия на основные характеристики самого изображения.

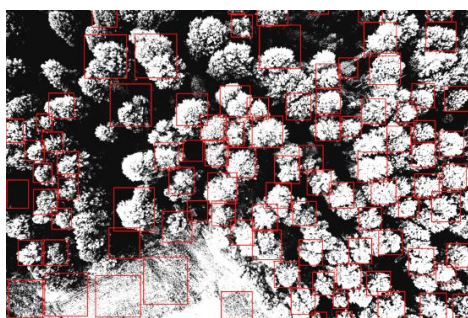
Методы сегментации и сглаживания помогают улучшить распознавание объектов, снижая шум и улучшая контрастность. Это может повысить точность обнаружения и снизить IoU до порогового значения.

Метод Watershed [2] – это алгоритм сегментации изображений. Он моделирует процесс затопления изображения, рассматривая его как топографический рельеф, где каждая точка (пиксель) имеет определённую высоту, соответствующую значению интенсивности или цвета.

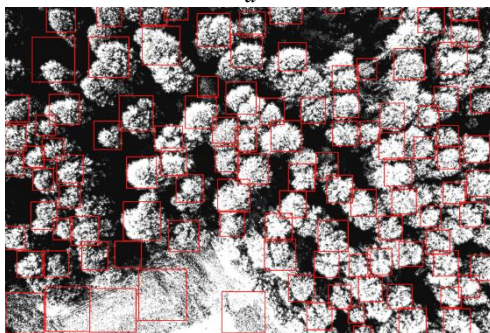
Фильтр Савицкого–Голея [3] – это метод сглаживания, который используется для удаления шума и мелких деталей с изображений. Он особенно эффективен для сглаживания границ объектов без потери их основных особенностей.

Это позволяет улучшить контрастность и чёткость изображений, что, в свою очередь, повышает точность детектирования крон деревьев.

Так, сравнительные результаты поиска деревьев можно увидеть на рис. 1. На рис. 1, *а* виден результат поиска деревьев без использования сглаживающего фильтра. Таким образом, количество найденных деревьев увеличилось на треть, а точность определения дерева в группе увеличилась в среднем в 2 раза, как показано на рис. 1, *б*.



а



б

Рис. 1. Результаты поиска деревьев: *а* – пример с использованием алгоритма сегментирования и удалением части фона; *б* – предыдущий пример, но с использованием фильтра сглаживания

ЛИТЕРАТУРА

1. Документация Deepforest. Документация по библиотеке Deepforest [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://deepforest.readthedocs.io/en/v1.5.0/>, свободный (дата обращения: 09.03.2025).
2. Документация по библиотеке OpenCV. Метод сегментации Watershed [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.opencv.org/4.x/d3/db4/tutorial_py_watershed.html, свободный (дата обращения: 09.03.2025).
3. Документация по библиотеке SciPy. Фильтр Савицкого–Голея [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scipy-cookbook.readthedocs.io/items/SavitzkyGolay.html>, свободный (дата обращения: 09.03.2025).

УДК 004.4'2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СТЕК ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА

А.О. Бантя, Д.И. Сосин, Г.К. Петров, студенты каф. ЭМИС

Научный руководитель А.А. Матолыгин, ст. преп. каф. ЭМИС

Проект ГПО ЭМИС-2402. Автоматизированный учёт нарушений, выполняемых в ходе строительных объектов ПАО «Газпром»

г. Томск, ТУСУР, andrei.a.matolygin@tusur.ru

Описываются анализ и выбор технологий для серверной части системы, для выполнения автоматизированного учета нарушений, выполняемых в ходе строительных работ.

Ключевые слова: учет нарушений, Django, PostgreSQL.

Цифровизация затронула все отрасли, включая документооборот: раньше учет производился в бумажном виде, а теперь в электронных системах. Современные учетные системы не только фиксируют изменения в реальном времени, но и помогают автоматизировать документооборот. Ярким примером можно считать строительные объекты ПАО «Газпром»: в 2023 г. компания завершила строительство 195 межпоселковых газопроводов общей протяженностью 2 447 км. Строительство газопровода относится к опасным производственным объектам, за строительством и обслуживанием таких объектов требуется повышенный контроль. Объем документации по каждому проекту огромен, поэтому автоматизация учета нарушений на строительных объектах ускорит взаимодействие между разными подразделениями и повысит эффективность контроля.

Система учета нарушений на строительных объектах представляет собой систему для мониторинга качества и безопасности на строительных объектах. Компании, занимающиеся строительством объектов, пользуются системами для автоматизированного учета наруше-

ний, которые повышают безопасность на объектах и делают документооборот проще. Согласно приказу Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации № 21[1], с 2025 г. все российские компании обязаны перейти на отечественные операционные системы, что делает использование старого программного обеспечения невозможным.

В соответствии с этим законом и требованиями компаний, заинтересованных в системах учета по поводу того, что система находится в локальной сети, повышена безопасность для хранения данных. Принято решение о создании системы, которая отвечает на все запросы пользователей, обеспечивает высокую безопасность, производительность и доступность с любой операционной системы. В итоге получится web-версия системы на основе клиент-серверной архитектуры.

Выбор клиент-серверной архитектуры обусловлен необходимостью обеспечения повышенной безопасности системы. К серверной части системы относится оборудование, необходимое для выполнения программного кода системы, функций по запросу клиентов, предоставления пользователям доступа к ресурсам системы, хранения информации в базе данных. Для повышения безопасности системы учета произведены следующие шаги: использование системы только в локальной сети, отдельное оборудование для хранения данных в виде сервера, разные уровни доступа в системе.

Django выступает в качестве backend-фреймворка, эффективно обрабатывающего клиентские запросы. Django обрабатывает запросы и формирует ответы в соответствии с правами доступа пользователей. Во всех нарушениях остаются неизменными типы данных полей, их количество и таблицы, в которых будут храниться данные. Поэтому в качестве системы управления базами данных (СУБД) для системы учета нарушений подойдет использование реляционной базы данных. Для хранения данных используется СУБД PostgreSQL, которая обеспечивает надежное и безопасное хранение данных о нарушениях.

Выбор сделан в пользу PostgreSQL за счет важных факторов, которые облегчат проектирование, повысят безопасность – полная поддержка принципов: атомарность, последовательность, изоляционность, прочность (ACID) [2], методы контроля целостности данных, это позволяет повысить безопасность системы. PostgreSQL также поддерживает параллельную обработку запросов, что ускоряет поиск и использование данных. Системы с PostgreSQL могут обрабатывать огромные массивы данных с минимальными задержками [3], это важ-

но для системы учета нарушений, в которой со временем накапливается большой объем данных.

Основой для проекта выбран фреймворк Django за счет своих методов по обеспечению безопасности в проектах. Django использует собственную встроенную пользовательскую модель, которая облегчает авторизацию и аутентификацию API [4], что, в свою очередь, позволяет ускорить проектирование системы, а также обеспечить безопасность.

Django и PostgreSQL – это программные обеспечения с открытым кодом, которые выпускаются с лицензией PostgreSQL License и BSD, что позволяет свободно использовать этот стек технологий. Это не противоречит закону об использовании альтернативного программного обеспечения и позволяет использовать в проекте.

В проекте реализована авторизация за счет Django API, она позволяет разделять уровни доступа между пользователями для контроля доступа к данным между пользователями. Реализован модуль для парсинга файлов формата PDF, это являлось важным элементом для заинтересованной компании в системе учета нарушений в связи с тем, что регламент по строительству объектов и использованию оборудования хранится в PDF-формате и часто изменяется. Данные из документа важны в приложении, чтобы ускорить и повысить эффективность работы специалистов. Реализован модуль для формирования отчетов через web-приложение на основе шаблонов, в компании все отчеты строго структурированы, и изменяются только значения, для этого созданы шаблоны для получения данных по определенному объекту и скачивания на компьютер в формате docx. Также происходит сохранение сформированного отчета в базе данных для дальнейшего взаимодействия пользователей. Все это способствует повышению безопасности для компании и эффективности работы сотрудников.

Стек технологий Django, PostgreSQL представляет собой надежную и эффективную основу для создания серверной части для системы учета нарушений. Создание системы учета нарушений с использованием Django, PostgreSQL гарантирует высокую производительность, позволяет обеспечить повышенную безопасность, предотвращая утечки данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Минцифры России № 21 «Об утверждении Методических рекомендаций по переходу на использование российского программного обеспечения...» [Электронный ресурс]: сайт информационно правовой портал ГАРАНТ.РУ. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406310773/> (дата обращения: 03.03.2025).

2. Нарушев И.Р. Использование СУБД PostgreSQL при создании ведомственных информационных ресурсов / И.Р. Нарушев, А.В. Мельников // Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных телекоммуникационных систем: сборник матер. Всерос. науч.-практ. конф., Воронеж, 02 июня 2016 г., Воронежский институт МВД России. – Воронеж: Воронежский ин-т МВД России, 2016. – С. 201–203.

3. PostgreSQL – что это такое, советы и примеры [Электронный ресурс]. – URL: <https://pro-dgtl.ru/blog/services/tpost/bmsnsoklml-postgresql-chto-eto-takoe-soveti-i-prime> (дата обращения: 05.03.2025).

4. Ахметгалеева Д.Ф. Сравнение фреймворков языка программирования Python: Django или Flask / Д.Ф. Ахметгалеева, Г.Р. Галиаскарова // Colloquium-Journal. – 2019. – № 17-2 (41). – С. 23–24.

УДК 669.18

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ГОМОГЕНИЗАЦИИ СТАЛИ В АГРЕГАТЕ КОВШ-ПЕЧЬ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Д.М. Стёпкин, студент; Д.А. Харламов, доцент, к.т.н.

г. Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, dandnepreoro228@gmail.com

Представлены разработка и внедрение методов математического моделирования для эффективного управления процессом гомогенизации стали в агрегате ковш-печь. Рассматриваются ключевые аспекты данного процесса, включая механизмы теплообмена, диффузии компонентов и влияние различных технологических параметров на качество конечного продукта. Создана математическая модель, основанная на решении системы уравнений, описывающих тепловые и химические процессы в ковше и печи. В статье приведены результаты численных экспериментов, демонстрирующие влияние температуры, времени и состава стали на степень гомогенизации. Особое внимание уделено оптимизации параметров управления для достижения стабильности и предсказуемости процесса. Полученные результаты могут быть использованы для улучшения управления производственными процессами на сталелитейных заводах и повышения качества выпускаемой продукции.

Ключевые слова: ковш, печь-ковш, турбулентность, АКП, гомогенизация, металлургия.

Металлургия играет ключевую роль в мировой экономике, обеспечивая промышленность материалами высокого качества [1]. Именно поэтому современные исследования направлены на разработку методов управления, позволяющих минимизировать негативное воздействие металлургических процессов на природу и одновременно повышать качество выпускаемой продукции. Результаты исследований

позволяют модифицировать программное обеспечение управления печью-ковшом, в частности, оптимизировать время продувки инертным газом в зависимости от количества и типа присадки к сплаву. Объектом изучения служит 150 т агрегат ковш-печь (АКП), который используется для подготовки стали к дальнейшему литью на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) и для нагрева жидкой стали с применением электрического дугового метода. Выбор именно этого оборудования обусловлен его высокой эффективностью и возможностью точного контроля всех этапов производственного цикла. АКП широко применяются в современных металлургических процессах благодаря их способности управлять температурным режимом и обеспечивать высокое качество получаемого металла.

Для достижения максимальной достоверности результатов эксперименты проводились в реальных производственных условиях, что позволило учесть все возможные нюансы и отклонения, возникающие в процессе промышленного производства. Экспериментальная программа включала несколько этапов:

Выплавка стали: Основной этап заключался в выплавке стали в 150 т электродуговой печи [2]. В качестве исходных материалов использовался стальной лом и металлизованные окатыши.

Температурный контроль: Температура выпуска стали из печи варьировалась в пределах 1630–1690 °С, что соответствует стандартам для данного вида стали. Контроль температуры является важным аспектом, поскольку даже незначительное отклонение может привести к изменению физико-химических свойств металла.

Добавление легирующих элементов: После выплавки, в ковше проводилось введение легирующих добавок, которые влияют на конечные свойства стали. Этот процесс требует особого внимания, так как неправильное дозирование может привести к дефектам в структуре металла.

Анализ результатов: По завершении каждого этапа эксперимента проводился детальный анализ полученных данных. Были оценены изменения в химическом составе стали, её микроструктуре и механических характеристиках. Особое внимание уделялось выявлению взаимосвязей между различными факторами процесса и конечными результатами.

Для исследований использовали инструменты в области вычислительной гидродинамики, подкрепленные результатами исследований, проведенных на промышленном оборудовании.

На основе литературных данных [1–3] была сформулирована имитационная модель, описывающая изучаемое явление. Для оценки

турбулентного течения внутри исследуемой печи-ковша использовалась модель турбулентности $k-\epsilon$.

На рис. 1 представлены контурные карты скоростей и распределение векторов скоростей на плоскости при продувке через газопроницаемую пробку для двух анализируемых скоростей потока аргона.

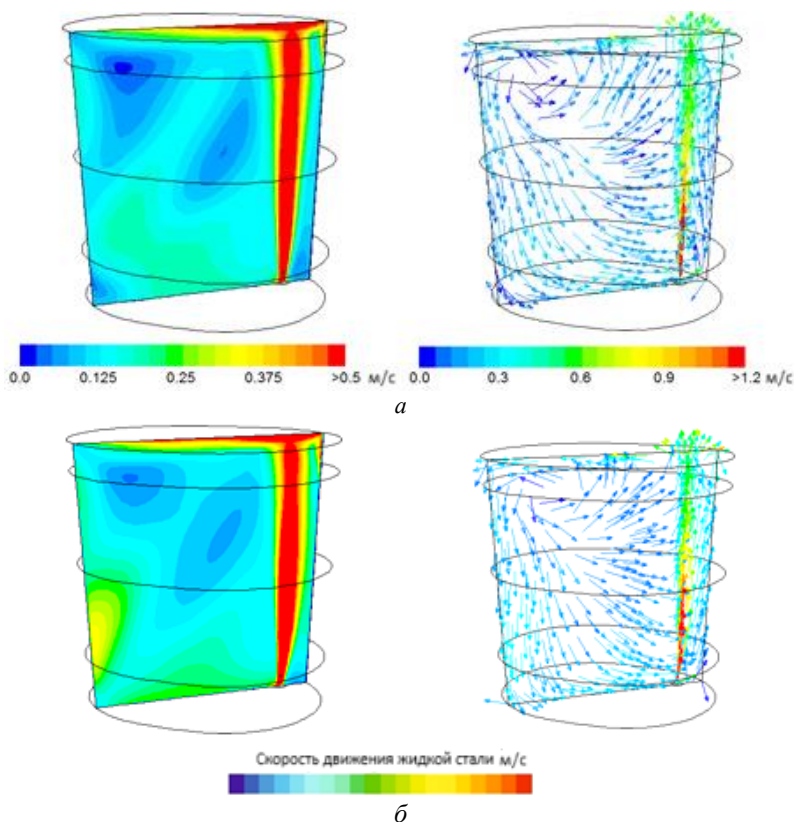


Рис. 1. Карты контуров скоростей и распределение векторов скоростей жидкой стали: *a* – расход аргона 300 дм³/мин; *б* – расход аргона 500 дм³/мин

Анализируя контурные карты, можно наблюдать, что в обоих случаях видна схожая картина распределения скоростей внутри ковша и расположение мертвых зон потока. Разница в значениях обусловлена количеством газа, подаваемого газопроницаемой пробкой. Однако в обоих случаях газожидкостный столб определяет движение внутри сталеплавильного ковша. Создается характерное вихревое движение, при котором жидкая сталь над газопроницаемой пробкой поднимается

в сторону шлаковой фазы; затем он растворяется под поверхностью шлака и направляется ко дну ковша. Такая структура потока способствует более быстрой гомогенизации металлической ванны как химически, так и территориально.

Результаты и выводы. Проведённое исследование позволило получить данные для управления процессом гомогенизации стали в АКП. В результате анализа было установлено, что для достижения оптимальной химической и термической гомогенизации требуется строгое соблюдение временных интервалов и точное дозирование легирующих добавок. Эти данные послужили основой для модернизации программного обеспечения управления АКП, что позволило оптимизировать процесс продувки инертным газом и уменьшить расход энергии.

Кроме того, полученные результаты могут быть применены для разработки новых технологий в металлургии, направленных на повышение качества продукции и снижение затрат на производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Меркер Э.Э. Энергосберегающая технология внепечной обработки стали в агрегате ковш-печь / Э.Э. Меркер, Д.А. Харламов, А.И. Кочетов. – Ст. Оскол: ТНТ, 2007. – 224 с.
2. Меркер Э.Э. Об эффективности применения совмещенных процессов дуговой плавки и внепечной обработки стали в электросталеплавильных агрегатах ковш-печь с использованием локально распределенной системы дожигания горючих газов / Э.Э. Меркер, Д.А. Харламов, А.И. Кочетов // Черная металлургия. Бюллетень науч.-техн. и экономической информации. – 2020. – Т. 76, № 9. – С. 920–925.
3. Харламов Д.А. Математическое моделирование теплового состояния сталеразливочного ковша и его влияние на технико-экономические показатели производства / Д.А. Харламов, Н.И. Масыгина // Современные наукоемкие технологии. – 2023. – № 4. – С. 100–105.

УДК 004.75:004.658

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ОБЛАСТИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Д.А. Полухин, А.К. Садыков, студенты;

П.Д. Тихонов, ассистент каф. АСУ

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

г. Томск, ТУСУР, den_polukhin01@mail.ru

Описаны ключевые проблемы организации вычислений в образовательной среде, включая нехватку мощных аппаратных ресурсов,

сложность их распределения и необходимость автоматизированного управления нагрузкой. Предложенная система предоставляет удаленный доступ к вычислительным узлам, динамически распределяет ресурсы между пользователями и оптимизирует использование ресурсов с учетом приоритетов задач.

Ключевые слова: машинное обучение, учебный процесс, распределение ресурсов.

Современные образовательные программы активно используют методы машинного обучения, однако их реализация требует значительных вычислительных мощностей. Многие студенты и образовательные учреждения сталкиваются с проблемой нехватки ресурсов, поскольку для обучения нейросетей требуются мощные вычислительные системы.

Существуют различные облачные сервисы, такие как Google Colab, Yandex DataSphere и СберКлауд, которые предоставляют платформы для разработки и выполнения моделей машинного обучения. Однако данные решения имеют ряд недостатков, так, например, сессия в Google Colab имеет ограничение по времени: в бесплатной версии – до 12 ч, в Pro – до 24 ч, после чего окружение сбрасывается. В Yandex DataSphere тарификация основана на фактическом использовании ресурсов, например, час работы на самой слабой конфигурации обойдется в 11 руб., а на мощной – в 194 руб. СберКлауд предоставляет ресурсы, которые не подойдут для задач машинного обучения. Также все эти сервисы не предоставляют достаточных инструментов для мониторинга и оценки работы студентов. Отсутствие встроенных средств отслеживания прогресса и активности учащихся затрудняет преподавателям контроль за выполнением заданий и оценку результатов.

Для решения этой проблемы реализуется автоматизированная система управления ресурсами, позволяющая эффективно распределять нагрузки между пользователями и предоставлять доступ к удалённым серверам.

Разрабатываемая система представляет собой кластерную модель организации работы вычислительных процессоров, нацеленную на достижение оптимальной скорости работы и грамотное использование мощностей в зависимости от решаемых задач [1].

Архитектура системы состоит из сервера управления и вычислительных узлов. Сервер управления обеспечивает обработку запросов пользователей, распределение ресурсов и балансировку нагрузки. Вычислительные узлы предоставляют ресурсы для выполнения задач. На рис. 1 представлена схематичная топология системы.

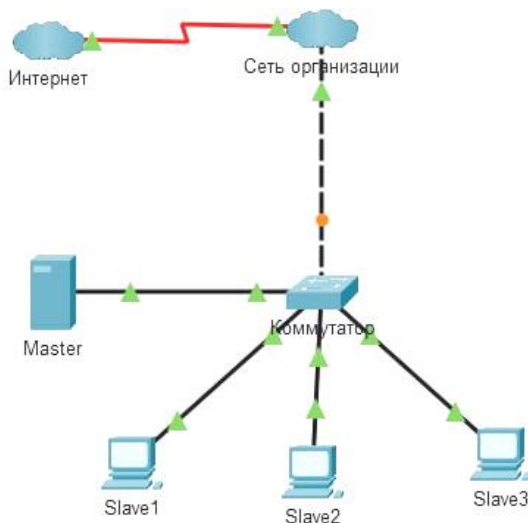


Рис. 1. Логическая топология системы

Одной из ключевых задач автоматизированной системы является эффективное управление вычислительными ресурсами, позволяющее равномерно распределять нагрузку между пользователями и обеспечивать бесперебойную работу сервиса. Для этого система использует несколько взаимосвязанных механизмов, обеспечивающих балансировку нагрузки, контроль очередей, безопасность и мониторинг состояния узлов.

При поступлении запроса на выполнение вычислений система анализирует текущую загруженность узлов и направляет задачу на наиболее подходящий сервер. Если несколько узлов свободны, система может выбрать сервер с наименьшей загрузкой или на основе дополнительных критериев.

При большом числе пользователей система организует управление задачами через механизм очередей [2]. Задачи распределяются в зависимости от доступных мощностей и приоритета пользователей. Например, преподаватели или исследовательские проекты могут получать приоритетный доступ, тогда как студенческие эксперименты выполняются в порядке очереди.

Важной частью системы является защита данных пользователей и контроль их активности. Доступ к ресурсам осуществляется через механизмы аутентификации и авторизации. Это позволяет разграничивать права пользователей и предотвращать несанкционированный доступ.

Для эффективного управления ресурсами система использует инструменты мониторинга, которые собирают метрики загрузки центрального и графического процессоров, памяти и сетевого трафика. Эти данные позволяют в реальном времени анализировать производительность и корректировать распределение нагрузки. Если система обнаруживает перегрузку отдельных узлов, может быть выполнена автоматическая балансировка или ограничение интенсивности вычислений для отдельных пользователей.

Применение данной системы в образовательной среде открывает широкие возможности для студентов и преподавателей: она упрощает проведение лабораторных работ, ускоряет выполнение вычислительных экспериментов и способствует освоению технологий машинного обучения в реальных условиях. Университеты и учебные центры могут рационально распределять свои серверные мощности, снижая затраты на поддержание инфраструктуры и повышая её эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Построение высокопроизводительной вычислительной кластерной системы на базе имеющегося парка компьютерной техники под управлением операционной системы GNU/LINUX / А.Е. Андреев, Д.С. Попов, Д.Н. Жариков, Е.С. Сергеев // Изв. Волгоград. гос. техн. ун-та. – 2009. – № 6 (54). – С. 48–51.
2. Талызин Д.Г. Механизм обработки очередей в распределенных системах // Вестник Моск. автомобильно-дорожного гос. техн. ун-та (МАДИ). – 2010. – № 3 (22). – С. 78–83.

УДК 007.228.88

РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «ПОМОЩНИК ПО ПАРКОВКЕ»

А.В. Тарасенко, Д.Д. Фролова, В.В. Васин

Научный руководитель А.Е. Косова, ст. преп. каф. АСУ

Проект ГПО АСУ-2504. Помощник по парковке

г. Томск, ТУСУР, DaryF995@gmail.com

Описаны особенности разработки пользовательского интерфейса web-приложения с использованием библиотеки React.

Ключевые слова: React, Javascript, разработка интерфейса, CSS.

По заказу компании «Т-Банк» разрабатывается web-приложение, направленное на оптимизацию поиска и бронирования парковочных мест. Разрабатываемое приложение будет упрощать процесс поиска свободного места, а также эффективно регулировать бронирование.

Цель – разработка интерфейса для пользователей с применением современных библиотек, что будет продемонстрировано на примере создания веб-приложения «Помощник по парковке».

Разрабатываемое в рамках данного исследования решение представляет собой веб-приложение «Помощник по парковке», которое будет адаптировано для использования на различных платформах, включая мобильные устройства и персональные компьютеры. Веб-интерфейс приложения спроектирован с учетом принципов юзабилити и включает интуитивно понятную систему навигации, направленную на обеспечение удобства и простоты взаимодействия пользователей с функционалом приложения.

Для проектирования пользовательского интерфейса, а также для визуализации парковочных мест применили библиотеку React [1], представляющую собой инструмент для разработки интерфейсов на основе языка программирования JavaScript [2]. С его помощью можно создавать приложения как для веб-браузеров, так и для мобильных телефонов.

JavaScript – это язык программирования, который применяется как язык сценариев в браузере, предназначенный для создания интерактивных элементов на страницах. JavaScript позволяет изменять содержимое страниц без необходимости их перезагрузки, делая их более динамичными и удобными для пользователя. Язык является независимым от конкретных компаний и активно используется в веб-разработке.

Благодаря React-компонентам, обеспечивающим динамическое обновление интерфейса без перезагрузки страницы, было выполнено отображение парковочных мест на интерактивной карте, которая отображает в реальном времени свободные места для парковки. Также компоненты использовались для предотвращения дублирования кода и для разбиения сложного веб-приложения на независимые части.

Использовалась библиотека React Transition Group [4], которая с помощью изменения состояния компонентов помогла управлять анимациями, например, таким образом были реализованы уведомления о входящих сообщениях: анимации применяются при появлении и исчезновении элементов. Это достигается за счёт управления классами и стилями компонентов на разных этапах их жизненного цикла.

В ходе разработки для обеспечения возможности изменения состояния компонентов в процессе их работы были применены хуки (от англ. Hooks). Хуки в React [5] представляют собой специализированные функции JavaScript, с помощью которых можно отделить от компонента-функции ту часть, которую можно использовать многократ-

но. Хуки могут фиксировать состояния и управлять побочными эффектами.

Для того чтобы хуки получали данные извне, были использованы пропсы [6] (от англ. props, сокращение от properties). Пропсы – это параметры, которые позволяют передавать в компоненты внешние данные. Они служат для обмена любых типов данных, при этом родительский компонент может отправлять информацию дочернему через параметры. Также через пропсы можно передавать любые значения JavaScript, такие как объекты, массивы и функции.

Для реализации простых анимаций, а также для лаконичного и визуально приятного оформления были применены CSS-стили [3]. CSS (Cascading Style Sheets) представляет собой язык стилей, предназначенный для управления визуальным представлением веб-документов, написанных на основе XML. Основная функция CSS заключается в передаче правил отображения элементов на экране, описывая параметры, например, шрифт, размеры, цвета и другие стилистические свойства.

С помощью CSS и React библиотек были созданы анимации, пример главной страницы с анимированной машинкой по центру изображён на рис. 1.



Рис. 1. Пример анимированной машинки на главной странице

Были рассмотрены и другие возможные технологии для реализации интерфейса, такие как Vue.js и Angular, но, проанализировав их, приняли решение использовать React. Этот выбор обусловлен его высокой производительностью и эффективностью за счет виртуального DOM. Также лёгкое интегрирование библиотек для отображения анимации ускоряет процесс разработки.

Заключение. Применение библиотеки React в сочетании с CSS-стилями позволило реализовать адаптивную верстку экранных форм приложения, обеспечив корректное отображение на устройствах с различными разрешениями. Кроме того, компонентный подход способствовал минимизации дублирования кода за счет повторного использования компонентов, что повысило эффективность разработки и упростило поддержку проекта. В перспективе планируется завершение разработки всех необходимых экранных интерфейсов для обеспечения полной функциональности приложения для удобства пользователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Введение: знакомство с React [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.legacy.reactjs.org/tutorial/tutorial.html#what-is-react>, свободный (дата обращения: 13.02.2025).
2. Документация JavaScript [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript>, свободный (дата обращения: 25.02.2025).
3. Основы CSS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/CS_basics, свободный (дата обращения: 18.02.2025).
4. Руководство по библиотеке React Transition Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://my-js.org/docs/guide/react-transition-group/>, свободный (дата обращения: 23.02.2025).
5. React Hooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki.merionet.ru/articles/xuki-v-react-osnovy-dlia-nacinaishhix>, свободный (дата обращения: 27.02.2025).
6. Передача параметров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reactdev.ru/learn/passing-props-to-a-component/>, свободный (дата обращения: 20.02.2025).

УДК 007.228.88

АРХИТЕКТУРА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ КРОССПЛАТФОРМЕННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «T-PARKING»

С.С. Дудник, М.А. Янышевский

Научный руководитель А.Е. Косова, ст. преп. каф. АСУ

Проект ГПО АСУ-2504. Помощник по парковке

г. Томск, ТУСУР, sdudnik05@mail.ru

Приводится описание архитектуры онлайн-приложения для бронирования парковочного места «T-Parking».

Ключевые слова: архитектура, Django, backend.

Разрабатывается кроссплатформенное приложение «T-Parking» по заказу от компании «Т-Банк» для бронирования парковочных мест. Его основной целью является облегчение процесса поиска свободного места на парковке бизнес-центра за счет отслеживания занятости мест.

Для эффективной разработки, развертывания и поддержки программного обеспечения (ПО) оно должно иметь должным образом разработанную архитектуру. Архитектура ПО – это структура системы, определяющая её основные компоненты, правила их взаимодействия и принципы разработки.

Цель этой работы заключается в описании архитектуры серверной части разрабатываемого приложения «T-Parking».

Основные компоненты системы

- Django выступает в качестве основного фреймворка для разработки серверной части. Он обеспечивает удобную структуру для создания моделей, представлений и API [1]. Django REST Framework (DRF) используется для реализации RESTful API, который будет взаимодействовать с пользовательской частью приложения (мобильной и браузерной).

- В качестве базы данных используется PostgreSQL. Это бесплатная система управления реляционными базами данных (СУБД) с открытым исходным кодом, она является одной из наиболее развитых СУБД [2].

- Yandex Cloud предоставляет инфраструктуру для развертывания приложения. Основные используемые сервисы:

- Yandex Managed PostgreSQL: для хранения данных с автоматическим резервным копированием и масштабированием;

- Yandex Object Storage: для хранения статических файлов (изображений парковок и прочих медиафайлов);

- Yandex Compute Cloud для развертывания Django-приложения на виртуальных машинах;

- Yandex Message Queue: для асинхронной обработки задач, таких как отправка уведомлений.

- Для выполнения фоновых задач (например, отправки уведомлений или обработки данных) используется Celery. В качестве брокера сообщений применяется RabbitMQ [4], который также может быть развернут в Yandex Cloud.

- Для развертывания Django-приложения используется связка Nginx (в качестве веб-сервера) и Unicorn (в качестве WSGI-сервера). Это обеспечивает высокую производительность и надежность.

На рис. 1 приведена схема взаимодействия компонентов.

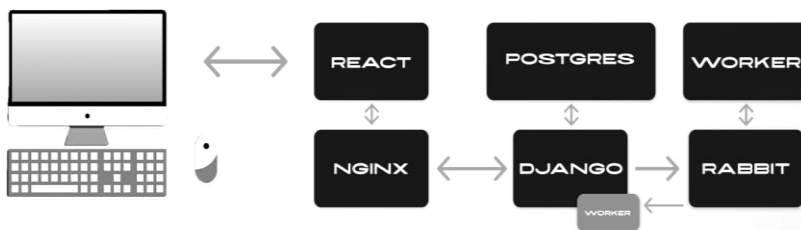


Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов

В Django-проекте используется монолитная архитектура и реализованы следующие модули:

- Модуль пользователя под названием User отвечает за регистрацию, авторизацию и прочие взаимодействия с одноименной моделью.
- Модуль взаимодействия с парковкой с названием Parking предоставляет интерфейс для получения и изменения данных о парковочных местах, он использует модели Parking, ParkingFloor, ParkingSpot, Reservation.
- Для создания отчетов и статистики по использованию парковки – Reporting.
- Администрирование и разрешение нестандартных ситуаций реализуется модулем Moderation.
- Messaging используется для отправки уведомлений и электронных писем пользователям, использует модели User и Notification.

Разработанная архитектура удовлетворяет всем критериям паттерна MVC (Model-View-Controller) [3], так как уровень представления связан только с уровнем бизнес-логики, а уровень бизнес-логики – только с уровнем доступа к данным. Благодаря этому при разработке ПО будут получены следующие преимущества:

- Слабая связанность. Все уровни слабо связаны между собой, что позволяет изменять определенный уровень без особых изменений другого.
- Масштабируемость. При увеличении функциональности ПО трехуровневая архитектура позволяет масштабировать каждый уровень независимо друг от друга.
- Тестируемость. Благодаря тому, что все уровни находятся в разных проектах, можно протестировать каждый модуль по отдельности.

Модели данных:

- *Parking*: здание парковки (ID парковки, адрес парковки);

- *ParkingSpot*: парковочное место (ID места, статус занятости, местоположение, владелец);
- *Reservation*: бронирование (ID пользователя, ID места, время начала и окончания);
- *Admin*: администратор (ID админа, имя, email, пароль, права доступа);
- *User*: пользователь (ID пользователя, имя, email, пароль, группа пользователей);
- *Notification*: уведомление (ID пользователя, текст, статус отправки, время отправления).

API для взаимодействия. Клиентская часть приложения взаимодействует с сервером за счет следующих шлюзов:

- *GET*-запрос */api/parking-spots/*: получение списка парковочных мест с их статусом;
- *POST*-запрос */api/reservations/*: создание бронирования;
- *DELETE*-запрос */api/reservations/{id}/*: отмена бронирования;
- *GET*-запрос */api/notifications/*: получение уведомлений для пользователя.

Заключение. Была описана архитектура серверной части разрабатываемого кроссплатформенного приложения для выбора парковочного места «Т-Parking».

ЛИТЕРАТУРА

1. API [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/API>, свободный (дата обращения: 13.02.2025).
2. Django documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.djangoproject.com/en/5.1/>, свободный (дата обращения: 15.02.2025).
3. PostgreSQL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org/>, свободный (дата обращения: 20.02.2025).
4. Model-View-Controller [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Model-View-Controller>, свободный (дата обращения: 07.02.2025).
5. RabbitMQ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rabbitmq.com/>, свободный (дата обращения: 16.02.2025).

АНАЛИЗ ФРОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ ЧЕЛОВЕКА НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

М.А. Чебыкин, Н.Д. Замараев,

А.И. Кушнеревич, студенты каф. АСУ

Научный руководитель А.Б. Кураков, ассистент каф. АСУ, к.т.н.

Проект ГПО АСУ-2404. Кроссплатформенная система анализа

движения человека с использованием видеозаписей

г. Томск, ТУСУР, maksim.chebykin03@gmail.com

Представлена разработка информационной системы для анализа фронтальной проекции человека, которая используется для оценки осанки и походки. Система основана на технологии компьютерного зрения и использует нейросетевые модели для распознавания ключевых точек тела. Это позволяет выявлять асимметрию и отклонения в координации движений, что особенно важно в медицине, спортивной науке и реабилитации. Система поддерживает различные форматы видео и изображений и обеспечивает автоматизированный и точный анализ, что делает ее ценной для врачей, тренеров и специалистов по реабилитации.

Ключевые слова: нейронные сети, фронтальная проекция, медицина.

Анализ фронтальной проекции человека является важным методом для оценки осанки и походки, поскольку позволяет выявлять нарушения, такие как асимметрия тела и отклонения в координации движений. Этот подход востребован в медицине, спортивной науке, реабилитации и ортопедии. Информационные системы на основе анализа фронтальной проекции помогают не только диагностировать нарушения, но и улучшать спортивные результаты и корректировать осанку, что особенно полезно при работе с пациентами и спортсменами. Несмотря на существование других методов оценки опорно-двигательного аппарата, таких как рентгенография и МРТ, неинвазивные оптические методы имеют преимущества с точки зрения безопасности, доступности и возможности регулярного мониторинга. Цель разработки такой системы – создание инструмента для автоматизированного и точного анализа, который может быть использован врачами, тренерами и специалистами по реабилитации.

Для сбора данных о фронтальном движении система использует технологию компьютерного зрения. В качестве основного метода применяется нейросетевая модель, позволяющая точно распознавать ключевые точки тела, такие как плечи, таз и колени. Данные можно

получать из видеозаписей или статичных изображений, что делает процесс анализа более гибким и доступным. Система поддерживает различные форматы видео (MP4, AVI, MOV) и изображений (JPEG, PNG) с разрешением не ниже HD (1280×720 пикселей) для обеспечения достаточной детализации.

Для анализа изображений и видеофайлов применяется комбинация нейронных сетей MMPose [1] и YOLOv12 [2]. MMPose представляет собой фреймворк для детекции и отслеживания ключевых точек тела человека, разработанный компанией OpenMMLab. Она обладает высокой точностью (mAP до 76,8% на датасете COCO) определения положения 17 основных суставов и анатомических ориентиров. YOLOv12 используется для предварительного обнаружения и выделения силуэта человека на изображении с высокой скоростью (до 100 FPS на современных GPU), что делает её идеальной для обработки видеопотока в режиме реального времени. Выбор этих моделей обусловлен оптимальным балансом между скоростью обработки и точностью распознавания. После идентификации ключевых точек тела система рассчитывает угловые и пространственные метрики, которые используются для диагностики и визуализации результатов.

В основе предлагаемой информационной системы лежит интеграция готовых алгоритмических решений из области компьютерного зрения с клинически значимыми биомеханическими параметрами. Концептуальная разработка включала:

- анализ существующих методов оценки: проведен обзор научной литературы для определения наиболее информативных биомеханических параметров фронтальной проекции, имеющих доказанную диагностическую ценность;
- адаптация готовых нейросетевых моделей: вместо создания собственной базы данных использовались предобученные модели MMPose и YOLOv12, которые были адаптированы для задач анализа фронтальной проекции с минимальными вычислительными затратами;
- валидация на открытых наборах данных: для оценки точности системы использовались общедоступные датасеты (COCO, MPII Human Pose), что позволило избежать необходимости сбора и разметки собственных клинических данных на начальном этапе разработки.

Данный подход значительно сокращает время и ресурсы, необходимые для внедрения системы, одновременно обеспечивая достаточную точность для клинического применения на этапе концептуальной проверки.

Система, изображенная на рис. 1, предлагает интуитивно понятный интерфейс с следующими основными функциями:

- главная панель управления с быстрым доступом к основным операциям;
- модуль для загрузки и предварительного просмотра видео или изображений;
- интерактивная визуализация результатов анализа с возможностью масштабирования и выделения проблемных зон;
- экспорт результатов в различных форматах (PDF, CSV, DICOM).

Графики Параметры

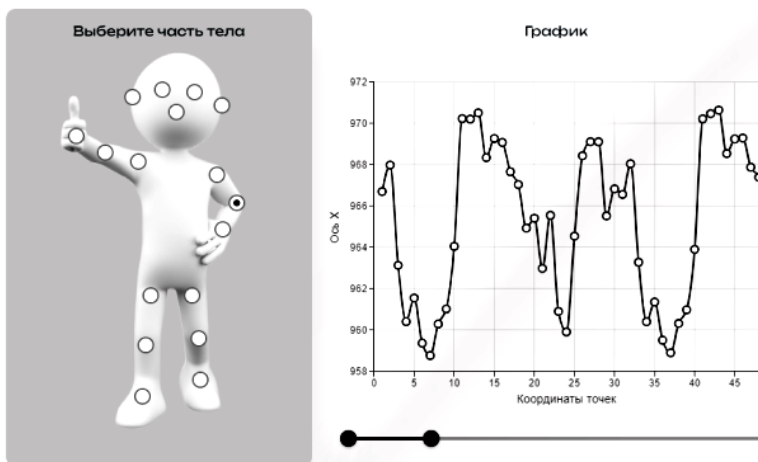


Рис. 1. Интерфейс системы

Разработка информационной системы для анализа фронтального движения открывает новые перспективы для диагностики и коррекции нарушений осанки и походки. Автоматизация процесса позволяет значительно ускорить диагностику и обеспечивает более высокую точность при минимальном участии человека. Система продемонстрировала высокую эффективность и клиническую значимость результатов при тестировании в различных медицинских учреждениях и спортивных центрах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Репозиторий MoveNet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/tensorflow/tfjs-models/tree/master>, свободный (дата обращения: 10.02.2025).
2. Оценка позы YOLOv12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.ultralytics.com/tasks/pose/>, свободный (дата обращения: 15.02.2025).

**АВТОРЕГРЕССИОННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ
ФРОНТАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ
КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК YOLO И LSTM ПО ВИДЕОЗАПИСЯМ**
*М.Е. Шилько, М.О. Жарикова, А.В. Моргунов, студенты каф. АСУ;
А.Б. Кураков, ассистент каф. АСУ*
*Проект ГПО АСУ-2404. Кроссплатформенная система анализа
движения человека с использованием видеозаписей
г. Томск, ТУСУР, silkomaria2@gmail.com*

Описывается создание системы для оценки состояния здоровья человека при помощи компьютерного зрения. Данная система позволяет дать оценку состояния, учитывая положение ключевых точек тела человека. Такой подход позволяет обнаруживать какие-либо отклонения, например, гиперлордоз или перекос таза, что может быть полезным в медицинской диагностике. Система поддерживает все форматы видео и предоставляет анализ состояния ключевых точек тела, формируя предварительный диагноз и рекомендуя детальное обследование потенциально проблемных областей. Это делает её удобным и эффективным решением для врачей и специалистов по восстановлению двигательных функций.

Ключевые слова: фронтальная проекция, компьютерное зрение, эпоха, нейронные модели.

Анализ фронтальной проекции человека является актуальным в наши дни в медицинской сфере, поскольку сможет облегчить обследования и диагностику. Данная система превосходит уже известные машины своей простотой и скоростью использования. Целью проекта является разработка системы для точного анализа фронтальной проекции человека, которая может быть использована для оценки осанки и походки.

Система для анализа состояния тела человека основана на компьютерном зрении и использует нейросетевые модели для нахождения ключевых точек на теле, таких как плечи, локти, колени. Она работает с видеозаписями, поддерживая популярные форматы видео (MP4, AVI, MOV и др.).

Система работает с нейросетевой моделью YOLO11 и моделью восстановления походки на основе LSTM. YOLO11 – это последняя итерация в Ultralytics YOLO серии детекторов объектов в реальном времени, заново определяющая возможности благодаря передовой точности, скорости и эффективности. Основываясь на впечатляющих достижениях предыдущих версий YOLO, YOLO11 вносит значительные улучшения в архитектуру и методы обучения, что делает его уни-

версальным выбором для широкого спектра задач компьютерного зрения. YOLO для начала анализирует входное изображение и определяет границы объектов, таких как люди, в виде ограничивающих рамок (bounding boxes), затем для каждого обнаруженного человека выделяется область, содержащая его силуэт, после чего эти данные передаются в более специализированную модель, такую как MMPose, которая отвечает за точное определение ключевых точек тела.

LSTM (Long Short-Term Memory) – один из типов слоёв рекуррентных нейронных сетей, часто используемый для анализа и прогнозирования временных рядов. Благодаря своей архитектуре LSTM способен сохранять контекст и акцентировать внимание на значимых фрагментах последовательности, что делает его эффективным в задачах, где важно учитывать порядок и зависимость между событиями. В задачах анализа движений человека такие слои помогают предсказывать последующие состояния на основе предыдущих.

В предобработке данных используется три этапа: нормализация, фильтрация и выравнивание.

Нормализация данных приводит значения пикселей к стандартному диапазону (в нашем случае $[0, 1]$), что улучшает сходимость нейросети.

Фильтрация помогает устранить шумы, которые могут негативно повлиять на качество распознавания.

Выравнивание данных обеспечивает согласованность позиций объектов в разных изображениях.

Для успешного обучения модели важно построить качественную обучающую выборку, данные собираются из входящих видеозаписей. Очень важно указывать координаты ключевых точек по x и y .

Выбор этих нейронных сетей обусловлен оптимальным балансом между скоростью и точностью распознавания.

При обучении модели для анализа движений, таких как восстановление походки, важно правильно настроить параметры обучения, чтобы достичь высокой точности и устойчивости модели. Параметрами будут являться количество эпох (сколько раз модель пройдет через обучающий набор данных), скорость обучения и батчи. В случае с эпохами важно, чтобы их было как можно больше, однако важно сделать раннюю остановку, чтобы модель не переобучилась. Скорость обучения должна быть не слишком большой, но и не слишком маленькой, чтобы обучение не было долгим.

На основе csv программа создает анимацию походки человека с выделенными ключевыми точками. На рис. 1 можно увидеть кадр из видео, а на рис. 2 – анимацию, созданную на основе файла csv.



Рис. 1. Кадр из видеозаписи

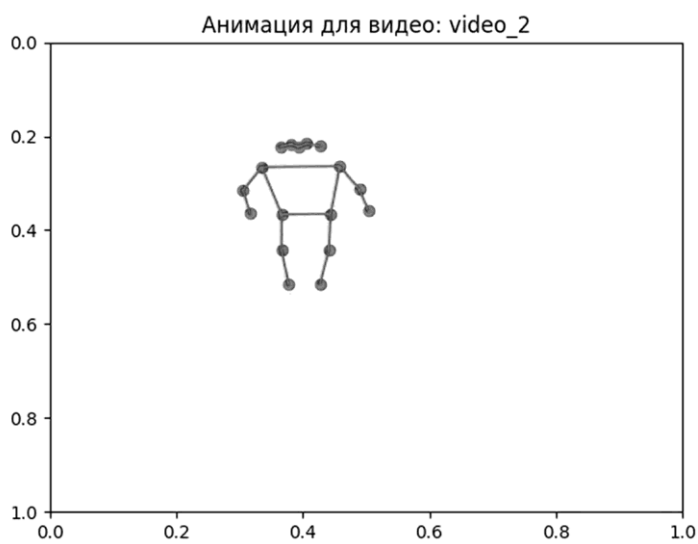


Рис. 2. Анимация

Создание информационной системы для анализа фронтального движения предоставляет новые возможности для выявления нарушений у человека. На данный момент реализована лишь анимация походки человека, но в ближайшем будущем система будет доработана до стадии, которая сможет ставить предположительный диагноз проблемным зонам человеческого тела.

ЛИТЕРАТУРА

1. YOLO11 NEW – Ultralytics YOLO Docs [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.ultralytics.com/ru/models/yolo11/> (дата обращения: 19.02.2025).
2. LSTM – сети долгой краткосрочной памяти / Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/wunderfund/articles/331310/> (дата обращения: 19.02.2025).
3. MoveNet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tensorflow.org/hub/tutorials/movenet?hl=ru>, свободный (дата обращения: 22.02.2025).

УДК 519.852(075.8)

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА
МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.
МЕТОД ИМИТАЦИИ ОТЖИГА. МЕТОД ЧАСТИЦ В СТАЕ**
А.М. Арчаков, Е.Е. Мансуров, П.Д. Тихонов, студенты каф. АСУ
Научный руководитель А.А. Шелестов, доцент каф. АСУ
Проект ГПО АСУ-2401. Учебно-исследовательский комплекс
«Метаэвристические методы оптимизации»
г. Томск, ТУСУР, aubarchakov2003@gmail.com

Представлены метаэвристические методы глобальной оптимизации: имитации отжига и частиц в стае.

Ключевые слова: методы глобальной оптимизации, метаэвристика, программное обеспечение, метод имитации отжига, метод частиц в стае и задача коммивояжера.

Метаэвристические алгоритмы представляют собой класс методов, предназначенных для поиска оптимальных или приближённых решений в многомерных пространствах поиска. Как правило, такие алгоритмы применяются в задачах, где невозможно получить точное решение, однако существует возможность сравнения двух кандидатов для выбора более эффективного варианта.

Задача коммивояжёра является одной из классических задач оптимизации и заключается в нахождении кратчайшего маршрута, позволяющего торговцу посетить каждый из заданных городов ровно один раз

В данной работе представлены результаты применения метаэвристических методов – имитации отжига и роя частиц – для решения задачи коммивояжёра.

Метод имитации отжига был предложен в 1983 г. Скоттом Киркпатриком, С.Д. Гелаттом и Марио Веччи.

Алгоритм достаточно гибкий, но основан на трёх концепциях [1]:

1. Применение случайности: использует случайные операции для изменения состояния решения и выбора следующего состояния.

2. Принятие худших решений: предпочитает худшие решения с некоторой вероятностью лучшим решениям. Алгоритм использует процесс «охлаждения», который со временем уменьшает вероятность принятия худших решений.

3. Постепенное уменьшение вероятности принятия худших решений.

Метод частиц в стае был разработан в 1995 г. Джеймсом Кеннеди и Расселом Эберхартом. Алгоритм частиц в стае имитирует поведение стай птиц или косяков рыб при поиске пищи. Каждая частица в стае представляет потенциальное решение и движется в пространстве решений, учитывая свой собственный опыт и опыт соседей. Алгоритм включает следующие основные шаги:

1. Инициализация: создание начальной популяции частиц со случайными позициями и скоростями.

2. Оценка: вычисление значения целевой функции для каждой частицы.

3. Обновление лучшего положения: обновление личного лучшего положения каждой частицы и глобального лучшего положения в стае.

4. Обновление скорости и позиции: корректировка скорости и позиции частиц на основе личного и глобального лучшего положения.

5. Проверка условия остановки: если достигнуты критерии завершения (например, максимальное количество итераций или требуемая точность), алгоритм останавливается; иначе – возвращается к шагу 2.

PSO имитирует поведение стаи птиц или косяка рыб, где каждая особь (частица) движется, ориентируясь на собственный опыт и опыт соседей. Этот принцип коллективного интеллекта позволяет находить оптимальные решения в сложных задачах.

По сравнению с генетическими алгоритмами PSO требует меньше вычислительных ресурсов, так как не использует операции скрещивания и мутации. Вместо этого частицы просто «летят» к лучшему решению, обмениваясь информацией. Однако он может застревать в локальных оптимумах.

В данной работе представлен анализ эффективности двух метаэвристических методов при решении задачи коммивояжёра с использо-

ванием стандартного набора тестовых данных из библиотеки TSPLIB. Для оценки качества алгоритмов были проведены серии экспериментов, результаты которых сведены в таблицу.

Параметры имитации отжига включали:

- 180 итераций на каждый запуск;
- 25 повторных запусков для статистической надежности.

Для метода частиц в стае (PSO) были выбраны следующие параметры:

- 140 итераций;
- 12 особей в популяции.

Результаты работы методов

Задача	Оптимальный маршрут	Лучшее решение (SA)	Среднее решение (SA)	Стандартное отклонение (SA)	Лучшее решение (PSO)	Среднее решение (PSO)	Стандартное отклонение (PSO)
berlin52	7 542	7 602,5	8 045,3	420,1	7 680,7	8 105,9	435,6
eil76	538	553,8	592,4	21,2	547,3	574,8	20,1
gr48	5 046	5 110,3	5 295,7	185,7	5 085,9	5 250,1	165,3
att48	33 503	34 150,2	35 520,6	1 305,8	33 890,4	34 830,9	960,7
brazil58	25 395	25 840,7	27 820,1	1 985,3	25 590,2	26 470,5	850,9

Задача «berlin52» представляет собой 52 локации в г. Берлин – задача Гротшела. Задачей «st70» занимались Шульц и Топф, представляет собой 70 городов, используемых в задачах маршрутизации. Задачей «gr48» занимался Гротшел – основана на атласе дорожных карт Shell. Задача «att48» является асимметричной задачей коммивояжера, основана на реальных данных о расстояниях между городами. В основу задачи «brazil58» легли 58 городов Бразилии, задачей занимался Феррейра. Как можно заметить из вышеприведенных результатов, метаэвристические методы оптимизации, такие как метод имитации отжига и метод частиц в стае, позволяют эффективно решать задачи коммивояжера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kirkpatrick S. Optimization by Simulated Annealing / S. Kirkpatrick, C.D. Gelatt, M.P. Vecchi // Science. – 1983. – Vol. 220, Is. 4598. – P. 671–680.
2. Blum C. Metaheuristics in Combinatorial Optimization: Overview and Conceptual Comparison / C. Blum, A. Roli // ACM Computing Surveys. – 2003. – Vol. 35, No. 3. – P. 268–308.
3. The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization / E.L. Lawler, J.K. Lenstra, Kan A.H.G. Rinnooy, D.B. Shmoys. – Wiley, 1985. – 392 p.

**МИНИМИЗАЦИЯ ГАМИЛЬТОНОВОЙ ЦЕПИ
МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.
МЕТОД, ИМИТИРУЮЩИЙ ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.
МЕТОД РАЗБРОСАННОГО ПОИСКА**

Д.И. Дембицкий, И.И. Климов, студенты каф. АСУ

Научный руководитель Е.Е. Мансуров, ассистент каф. АСУ

Проект ГПО АСУ-2401. Учебно-исследовательский комплекс

«Метаэвристические методы оптимизации»

г. Томск, ТУСУР, dim102kom@gmail.com, klimov.i.432-1@e.tusur.ru

Представлены метаэвристические методы глобальной оптимизации: большого взрыва – большого сжатия, разбросанного поиска.

Ключевые слова: методы глобальной оптимизации, метаэвристика, метод большого взрыва – большого сжатия, метод разбросанного поиска, гамильтонова цепь.

Метаэвристические алгоритмы – это алгоритмы, задачей которых является поиск наилучшего или близкому к нему решения задачи в многомерном пространстве поиска. В большинстве случаев такие алгоритмы применяются для задач, в которых невозможно найти точное решение, но допускается сравнение двух решений-кандидатов для выявления лучшего из них.

Задача минимизации гамильтоновой цепи является вариацией классической задачи коммивояжёра, где вместо поиска гамильтонова цикла требуется найти гамильтонов путь. Задача имеет множество применений в логистике, планировании маршрутов, оптимизации производства и других областях, где требуется минимизировать затраты при прохождении множества точек.

Рассматриваются результаты адаптации метаэвристических методов большого взрыва – большого сжатия и разбросанного поиска для задачи коммивояжера, под задачу минимизации гамильтоновой цепи.

Метод разбросанного поиска придуман Ф. Гловером в 1977 г., является предшественником табу поиска. Алгоритм принято относить как к группе генетических, так и к группе мултистартовых. Алгоритм основан на начальной разбросанной генерации, из которой выбирается группа «элитных», оптимальных решений. Затем из множества решений создаются подмножества решений в различных вариациях алгоритма, возможно как создание пар решений, так и создание большего подмножества решений. В рамках статьи реализован алгоритм, ис-

пользующий парное создание подмножества. В каждом подмножестве решений производится рекомбинирование решений.

Занимателен процесс рекомбинации решений в рамках работы с графом. Выбираются некоторые одинаковые по длине и положению отрезки на решениях, отрезок первого решения с определённой вероятностью инвертируется. Затем изменяем второй отрезок таким образом, чтобы в нем были только точки, которых не было в отрезке первого решения, затем эти точки перемешиваются между собой с определённой вероятностью. После этого точки вне первого отрезка заменяются на точки второго решения. Таким образом, в ходе рекомбинации получается новое решение, которое является комбинацией двух. Рекомбинированное решение можно улучшить, проведя локальный поиск, попарно переставляя точки между собой. Новое решение добавляется в список, решения сортируются, худшее решение удаляется.

Процесс отбора, рекомбинации продолжается, пока не кончатся итерации или пока улучшения в решениях не будет [1].

Метод «большого взрыва – большого сжатия» разработан в 2006 г. Эролом и Эксином. Алгоритм относится к группе методов, имитирующих физические процессы. Работа алгоритма основывается на теории эволюции Вселенной, заключается в циклическом переходе из начального состояния Вселенной (большой взрыв) в конечное (большое сжатие). На первой итерации алгоритма происходит случайная генерация популяции начальных решений, что аналогично распределению частиц во Вселенной. Далее следует фаза большого сжатия, в которой вычисляется центр масс популяции, которым, в зависимости от вариации алгоритма, может быть лучшее решение в популяции или средневзвешенное значение решений. Следующий большой взрыв, при генерации новых решений, будет основываться на значении центра масс. Для управления влиянием центра масс на следующую популяцию вводится соответствующий параметр [2].

Приведём сравнительный анализ результатов тестирования методов, в качестве эталонного набора были взяты с электронного ресурса `tsplib`. Результаты работы методов представлены в таблице.

Для разбросанного поиска (SS) были выбраны следующие параметры:

- количество итераций алгоритмов – 150;
- количество тестов задачи – 25.

Для большого взрыва – большого сжатия (BBVC) были выбраны следующие параметры:

- количество итераций алгоритмов – 100;
- размер популяции – 10.

Результаты работы методов

Задача	Оптималь- ный марш- рут	Лучший найденный маршрут (SS)	Среднее решение (SS)	Лучший найден- ный маршрут (BBBC)	Среднее решение (BBBC)
berlin52	7 542	7 627,15	8 059,51	7 693,45	8 185,31
eil51	426	436,135	466,295	483,35	495,591
gr48	5046	5098	5 348,44	5163	5 218,7
bayg29	1 610	1630	1 654,12	1 694,08	1675
brazil58	25 395	25 745	27 709,8	25 928	26 532,4

Как можно заметить из вышеприведенных результатов, метаэвристические методы оптимизации, такие как разбросанный поиск и большой взрыв – большое сжатие, позволяют эффективно решать задачи гамильтоновой цепи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Glover F. Fundamentals of Scatter Search and Path Relinking / F. Glover, M. Laguna, R. Marti // Control and Cybernetics. – 2000. – Vol. 39, No. 3. – P. 653–684.
2. Пантелеев А.В. Методы глобальной оптимизации. Метаэвристические стратегии и алгоритмы / А.В. Пантелеев, Д.В. Метлицкая, Е.А. Алешина. – М.: Вузовская книга, 2013. – 244 с
3. Ананич И.Г. Задача коммивояжера: область её применения и методы решения / И.Г. Ананич, В.С. Захарова // Международная науч.-практ. конф.: «Фундаментальные основы инновационного развития науки и образования», Пенза, 27.06.2018. – Пенза: Наука и просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2018. – С. 141–144.

ПОДСЕКЦИЯ 3.2

РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

*Председатель секции – Сенченко П.В., проректор по УРиМД,
доцент каф. АОИ, к.т.н.;*
зам. председателя – Сидоров А.А., зав. каф. АОИ, к.э.н., доцент

УДК 004.75

CRM-СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ВЕРСТКИ, СОГЛАСОВАНИЯ И ПЕЧАТИ ВЫПУСКНЫХ АЛЬБОМОВ

Д.В. Хазов, студент каф. АОИ
Научный руководитель А.А. Сидоров, доцент каф. АОИ, к.э.н.
г. Томск, ТУСУР, d1.zov@mail.ru

Описывается Web-to-Print решение для автоматизации процесса создания выпускных альбомов.

Ключевые слова: Web-to-Print, CRM-система, автоматизированные информационные системы, полиграфия.

В современном мире цифровых технологий и автоматизации процессов создание и согласование выпускных альбомов остается достаточно трудоемкой задачей [1]. Традиционные методы верстки, согласования и печати альбомов требуют значительных временных и человеческих ресурсов, что может привести к задержкам и ошибкам. В связи с этим разработка CRM-системы для автоматизации этих процессов представляется актуальной и перспективной задачей.

В выполнении проекта по созданию выпускного альбома участвуют две стороны: компания (например, фотостудия), представленная фотографами, дизайнерами, ретушерами и менеджерами, и заказчик (например, школьный класс), представленный педагогами, учениками и их родителями. Первая сторона помогает второй выбрать дизайн альбома, проводит фотосессию, выбирает и ретуширует фотографии, верстает и печатает альбом. Так как в основном участие клиента в данном процессе минимально, то результаты работы (напечатанные альбомы) могут не соответствовать ожиданиям заказчика по таким причинам, как неправильно выбранные фотографии, несогласованная

фоторетушь, ошибки в текстовой информации дизайна (например, имена учеников) и т.п.

В данной работе предлагается решение вышесказанной задачи с использованием технологии Web-to-Print (веб-для-печати), в которой подготовка заказа печати полиграфического изделия проходит через специальный онлайн-сервис. Благодаря переносу работы в веб станет возможным проведение коллективной работы над проектом с участием обеих сторон практически на всех этапах проекта, схема которого изображена на рис. 1.

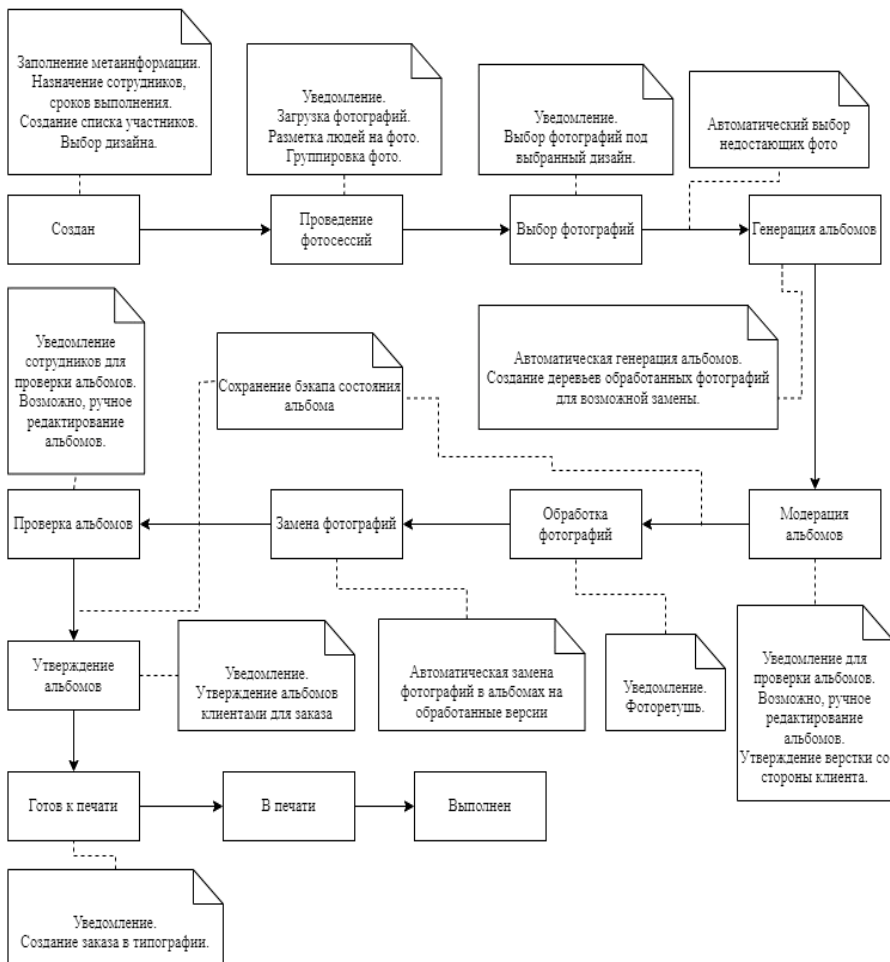


Рис. 1. Схема этапов проекта

Основными компонентами разрабатываемой CRM-системы (Customer Relationship Management – система управления взаимоотношениями с клиентами) являются механизмы автоматической верстки, уведомлений и согласования, нейросеть распознавания лиц на фотографиях, веб-редактор, а также предоставляющие пользовательский интерфейс два веб-приложения: административная панель и личный кабинет.

Административная панель с ролевой моделью доступа позволит компании осуществлять свои бизнес-процессы в единой информационной системе.

Для каждой роли предоставляются свои инструменты автоматизации рутинных операций. Например, с помощью нескольких подготовленных шаблонов дизайнов система сверстает готовый дизайн для альбома, а автоматическая разметка лиц на фотографиях и их группировка по типам (портретная, групповая, педагогическая) ускорит выбор фотографий.

Личный кабинет позволит клиентам отслеживать статус работы, заполнить свой профиль (вставляемое имя, цитата), выбирать именно те фотографии, которые они хотят видеть в своих альбомах, вносить изменения в дизайн в реальном времени. Подобное делегирование снижает потенциальное количество ошибок со стороны компании и увеличит вовлеченность клиента в процесс.

Таким образом, внедрение предложенной системы позволит значительно сократить время и усилия, затрачиваемые на создание выпускных альбомов, повысить качество конечного продукта и улучшить взаимодействие между всеми участниками процесса.

На текущий момент над созданием вышеописанной системы [2] работает компания, разработавшая одну из самых крупных и успешных Web-to-Print платформ в России – «Pixlpark» [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор рынка полиграфических услуг в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.openbusiness.ru/biz/business/obzor-rynka-poligraficheskikh-uslug-v-rossii/>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).

2. CRM-система для выпускных фотографов – «Мой Выпускной» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://мойвыпускной.рф/>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).

3. Цифровая W2Print платформа «Pixlpark» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pixlpark.ru/>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ METRIC LEARNING В ЗАДАЧАХ СБОРА ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Г.А. Волокитин, аспирант каф. АОИ

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

г. Томск, ТУСУР, gennadii.volokitin@tusur.ru

Рассматриваются проблемы сбора обучающей выборки изображений, а также вариант их решения с помощью применения Metric Learning в сравнении изображений. Описываются алгоритм сбора обучающей выборки и его преимущества.

Ключевые слова: поиск изображений, Metric Learning, обработка данных.

Сбор обучающей выборки является одним из самых важных и одновременно сложных этапов в процессе разработки моделей машинного обучения. На этом этапе могут возникать различные проблемы, которые напрямую влияют на качество и эффективность обучающего процесса.

Одной из таких проблем является недостаток данных. В таком случае модели страдают от переобучения, не способного обобщить новые примеры. Также важным критерием является разнообразие собранных данных, поскольку недостаточная репрезентативность выборки приводит к плохим результатам при тестировании модели на новых данных.

Кроме того, в процессе сбора данных часто сталкиваются с наличием шума, представляющего собой ошибки или неточные метки. Это существенно снижает точность предсказаний модели и вызывает трудности в процессе ее обучения.

Также важным элементом в сборе обучающей выборки является и процесс разметки данных, который требует значительных временных и человеческих ресурсов. Ошибки в разметке могут значительно ухудшить качество модели. Кроме того, актуальными являются вопросы, связанные с этическими нормами и конфиденциальностью данных.

Таким образом, в рамках решения этих проблем необходимо автоматизировать сбор и разметку обучающей выборки.

Metric learning – это область машинного обучения, которая фокусируется на обучении метрики или функции расстояния между объектами в пространстве признаков. Основная цель Metric Learning – определить такую меру расстояния в многомерном пространстве признаков, при которой объекты одного типа находятся ближе друг к

другу, а объекты разных типов – дальше [1]. Это позволяет улучшить качество решения задач классификации, кластеризации, поиска похожих объектов и др.

На данный момент Metric Learning в основном используется для распознавания лиц, рекомендательных систем, биоинформатики. На этом основании была выдвинута гипотеза о применении Metric Learning в сборе обучающей выборке изображений и описан алгоритм.

Алгоритм сбора обучающей выборки включает в себя следующие этапы:

1. Поиск изображений в сети Интернет. Используя API поисковых систем, формулируется запрос, что необходимо найти, например логотип известной компании.

2. Скачивание и предобработка данных. Изображения скачиваются и приводятся к одному формату и размеру для удобной обработки.

3. Вычисление эмбедингов изображений. Используя известные методы, изображения преобразуются в набор векторов.

4. Поиск и фильтрация. Сравнение векторов исходных изображений с полученными из п. 1. На этом этапе производится удаление дубликатов и нерелевантных изображений.

5. Формирование финального датасета.

Преимущества предложенного алгоритма заключаются в следующем:

1. Автоматизированная процедура сбора изображений для обучающей выборки.

2. Возможность адаптации под разные задачи.

3. Уменьшение объема нерелевантных данных.

4. Возможность исключения дубликатов и некорректных изображений.

В Metric Learning изображения представляются не как обычные пиксельные данные, а в виде эмбедингов – многомерных векторов, которые сохраняют важные семантические особенности. Близкие по смыслу изображения будут иметь похожие эмбединги, а разные – удалены друг от друга в этом пространстве.

Заключение. Автоматизированный сбор обучающей выборки с применением методов Metric Learning позволяет улучшить качество данных, используемых для обучения моделей машинного обучения. Использование Metric Learning к сравнению изображений помогает исключить нерелевантные данные, удалить дубликаты и повысить репрезентативность выборки. Благодаря такой системе можно минимизировать влияние шума в данных и снизить вероятность переобучения модели.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобр-науки России; проект FEWM-2023-0013.

ЛИТЕРАТУРА

1. What is Metric Learning? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://contrib.scikit-learn.org/metric-learn/introduction.html>, свободный (дата обращения: 17.03.2025).

УДК 004.738

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МИКРОСЕРВИСНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Е.Ю. Тимирзин, оператор роты (научной);

А.В. Щербинин, старший оператор роты (научной);

А.С. Никулин, оператор роты (научной);

И.И. Живодовский, старший оператор роты (научной)

*Научный руководитель Н.А. Васильев, зам. нач. научно-исследовательского отдела научно-исследовательского центра
Военной академии связи, к.т.н.*

*г. Санкт-Петербург, Военная орденов Жукова и Ленина
Краснознаменная академия связи им. Маршала Советского Союза
С.М. Буденного МО РФ, timirzin.egor@yandex.ru*

Современные информационные системы становятся всё более сложными и масштабируемыми, что требует новых подходов к разработке программного обеспечения. Одним из наиболее широко применяемых подходов в области программного инжиниринга является микросервисная архитектура, представляющая собой методологию декомпозиции крупных монолитных приложений на автономные функциональные модули. Однако такая структура имеет свои особенности и проблемы, особенно когда речь идет о производительности. Рассматриваются современные методы оптимизации производительности микросервисных приложений.

Ключевые слова: микросервисная архитектура, оптимизация производительности ПО, контейнеризация, кэширование, CI/CD.

Микросервисная архитектура приобрела широкую популярность благодаря своей адаптивности, возможности быстрого применения модификаций и способности к независимому масштабированию отдельных компонентов системы. Тем не менее этот подход сопряжен с рядом технических трудностей, связанных с управлением большим количеством сервисов, интеграцией и обеспечением высокой производительности всей системы.

Целью данного исследования является систематическое изучение существующих методов оптимизации производительности микросервисных приложений.

Контейнеризация и оркестровка. Контейнеризация – один из ключевых элементов современной разработки микросервисов. Она обеспечивает изоляцию процессов, упрощение развертывания и возможность управления жизненным циклом сервисов. Оркестраторы позволяют управлять контейнерами, обеспечивая их балансировку нагрузки, автоматическое восстановление после сбоев и масштабирование [1].

Использование контейнеров и оркестраторов помогает оптимизировать производительность за счет:

- изоляции ресурсов каждого сервиса,
- масштабирования сервисов в зависимости от текущей нагрузки,
- быстрого восстановления после сбоя.

Кэширование данных снижает нагрузку на базу данных и уменьшает задержку при доступе к часто запрашиваемым данным [2]. Кэширование может осуществляться на разных уровнях:

- на уровне сервиса (например, кэширование запросов к базе данных),
- на уровне сети (использование CDN для статического контента),
- на уровне клиента (в браузере или мобильном приложении).

Оптимизация баз данных. Оптимизация запросов, индексов и структуры данных может существенно улучшить общую производительность системы [3]. Важно учитывать следующие моменты:

- снижение избыточности и дублирования,
- использование индексов для ускорения поиска данных,
- минимизацию количества операций чтения/записи,
- регулярные проверки и очистку устаревших данных.

Автоматизация тестирования и CI/CD. Автоматизация тестирования и внедрение практики непрерывной интеграции и доставки (CI/CD) позволяют быстро выявлять и исправлять ошибки. CI/CD процессы могут включать тесты:

- единичные – для проверки функциональности отдельных компонентов;
- для оценки поведения системы под нагрузкой;
- стресс-тесты для определения пределов работоспособности системы.

Заключение. Оптимизация производительности микросервисных приложений требует комплексного подхода, включающего использование различных методов и инструментов. В данной работе были рассмотрены основные направления оптимизации, такие как контейнери-

зация, кэширование, оптимизация баз данных, автоматизация тестирования. Эти методы позволяют разработчикам создавать высокопроизводительные и устойчивые микросервисные системы, способные справляться с высокими нагрузками и обеспечивать качественное обслуживание пользователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Н.А. Сравнение микросервисного и монолитного подходов к реализации программного обеспечения в условиях постоянной смены его разработчиков / Н.А. Васильев, А.О. Кудрявцев, М.А. Румянцев // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2022): сб. науч. статей XI Междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф., Санкт-Петербург, 15–16 февраля 2022 г. – СПб.: Санкт-Петербургский гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2022. – Т. 2. – С. 98–104.
2. Бедняк С.Г. Микросервисная архитектура: преимущества и недостатки в разработке информационных систем / С.Г. Бедняк, Д.А. Бугрова // Актуальные проблемы информатики, радиотехники и связи: матер. XXXI Российской науч.-техн. конф., Самара, 01–02 февраля 2024 г. – Самара: Поволжский гос. ун-т телекоммуникаций и информатики, 2024. – С. 212–214.
3. Коновалов Г.Г. Анализ применения микросервисной архитектуры при разработке веб-приложений // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-14. – С. 38–41. DOI: 10.18411/trnio-12-2023-771.

УДК 004.422

**СЕРВЕРНАЯ ЧАСТЬ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ПРОРАБОТКИ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ**
Д.А. Беспалов, И.А. Маратов, Т.С. Симонов, ассистенты каф. АОИ
*Проект ГПО АОИ-2404. Серверная часть программной системы
для самостоятельной проработки психологических проблем
и мониторинга психологического климата в коллективе
г. Томск, ТУСУР, tim.sim4@yandex.ru*

Рассматривается программная система для управления психологическим климатом в коллективе и самостоятельной работы над психологическими проблемами на основе когнитивно-поведенческой терапии. Описана разработка серверной части с использованием Python, PostgreSQL, Redis, Celery и Docker. Система включает психологические тесты, упражнения, теоретические материалы и аналитику для HR-менеджеров. Применены монолитная архитектура и принципы «чистой архитектуры» для обеспечения гибкости и тестируемости.

Ключевые слова: FastAPI, серверное приложение, цифровая психология.

В современном мире внимание к психологическому здоровью растет, однако по разным причинам многие россияне по-прежнему не обращаются за профессиональной психологической помощью [1]. Проблема становится актуальной и для компаний, которые теряют ценных сотрудников из-за профессионального выгорания и других психологических проблем.

«Одеяло» – это программная система для управления психологическим климатом в коллективе и самостоятельной проработки психологических проблем. Система содержит функциональность для комплексной работы над психологическими проблемами на основе когнитивно-поведенческой терапии (КПТ). Таким образом, основные функции системы:

- 1) психологические тесты, включая просмотр их истории;
- 2) письменные структурированные когнитивные и поведенческие упражнения;
- 3) теория для освоения основ метода;
- 4) просмотр и истории тестов и выполненных упражнений клиентов для психолога.

В корпоративной версии менеджменту компании будет доступна функциональность для просмотра статистики состояния сотрудников, анализа причин выгорания и рекомендации по улучшению эмоционального состояния сотрудника.

В данной статье рассматривается создание серверной части программной системы «Одеяло». Для серверной части выбрана монолитная архитектура, которая позволяет объединить все функциональные компоненты системы в единое приложение. Основное преимущество монолита заключается в простоте разработки, управления и развертывания системы: вся логика, базы данных и интеграции собраны в одной кодовой базе, что минимизирует сложности при взаимодействии компонентов и снижает накладные расходы на настройку и обслуживание.

Применение подхода «Чистая архитектура» [2] обеспечивает четкое разделение проекта на несколько логических слоев: слой программных интерфейсов (API), слой сервисов с бизнес-логикой и слой репозитория для работы с базой данных. Такой подход обеспечивает изоляцию бизнес-логики от деталей реализации, что улучшает тестируемость и упрощает поддержку кода. API-слой отвечает за обработку HTTP-запросов, маршрутизацию, аутентификацию и базовую валидацию данных. Сервисный слой инкапсулирует бизнес-логику, позволяя легко изменять внутренние процессы без затрагивания API и базы данных. Репозитории абстрагируют доступ к данным, обеспечивая

удобную работу с базой данных и упрощая возможную замену технологий хранения. Такое разделение слоев способствует гибкости, удобству расширения и масштабирования приложения.

Для хранения данных разработана реляционная база данных, состоящая из 20 сущностей. В ней хранятся данные пользователей, выполненные письменные упражнения, текстовые теоретические блоки, прогресс пользователей, история пройденных тестов и сами тестовые методики.

Стек технологий серверного приложения включает:

1. Веб-фреймворк FastAPI [3].
2. Язык программирования Python.
3. PostgreSQL как систему управления базами данных.
4. Asyncio для асинхронной обработки запросов, что улучшает производительность при высокой нагрузке.
5. Redis для кеширования часто запрашиваемых данных, снижая нагрузку на базу данных.
6. Celery для выполнения фоновых задач, таких как отправка уведомлений или обработка больших объемов данных.
7. Docker для контейнеризации, упрощающей развертывание и управление приложением.

На данный момент разработан прототип программной системы, включающий в себя пример основной функциональности: теория, психологические тесты, упражнения из КИТ. Реализована возможность связываться с HR-менеджером компании, который в таком случае получает доступ к статистике по тестам.

В дальнейшем планируется интеграция в приложение моделей для построения интегральной оценки состояния сотрудника, выявления основных причин выгорания сотрудников, рекомендаций по улучшению психологического климата в коллективе и прогнозирования риска выгорания по личностным характеристикам кандидата на вакансию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симонов Т.С. Мобильные приложения для психологического благополучия: отношение пользователей и определение требований / Т.С. Симонов, А.Г. Тишаева, Т.О. Перемитина // Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения. – 2024. – Т. 10, № 2. – С. 7–12.
2. Мартин Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. – СПб.: Питер, 2018. – 352 с.
3. Богачев Р.Е. Возможности веб-фреймворка FastAPI для реализации серверной части веб-систем / Р.Е. Богачев, Н.В. Зариковская // Достижения науки и технологий – ДНиТ–2021: сборник науч. статей по матер. Всерос. науч. конф. – Красноярск: Дом науки и техники, 2021. – С. 289–293.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ДАННЫХ ЭЭГ

К.А. Чернышев, студент каф. АСУ;

Р.С. Кульшин, ассистент каф. АОИ

*Проект ГПО АОИ-2407. Система управления умными устройствами
с использованием нейроинтерфейсов*

г. Томск, ТУСУР, kirill-a-cher04@mail.ru

Рассматривается этап разработки системы управления устройствами умного дома с использованием нейрокомпьютерных интерфейсов, где ключевым аспектом является эффективная классификация данных ЭЭГ. Основным методом, применяемым в проекте, является модифицированный алгоритм k-ближайших соседей, который позволяет улучшить точность классификации, анализируя данные, собранные с помощью устройства Neiry Handband.

Ключевые слова: нейрокомпьютерные интерфейсы, классификация данных ЭЭГ, метод k-ближайших соседей, умный дом.

В рамках проекта по дисциплине «Групповая проектная деятельность» (ГПО), главная цель которого заключается в разработке системы управления устройствами умного дома с использованием нейроинтерфейсов, была выявлена необходимость в эффективной классификации данных ЭЭГ для дальнейшего анализа. Основой для решения нашей задачи был выбран метод k-ближайших соседей. Метод k-ближайших соседей – это алгоритм классификации, который определяет класс нового объекта на основе классов его k-ближайших соседей в пространстве признаков. Он работает, вычисляя расстояния между объектом и всеми точками обучающего набора, а затем выбирает наиболее распространённый класс среди ближайших соседей [2]. Таким же образом разработанный в ходе данного проекта метод основывается на вычислении расстояний между поступившими новыми данными и заранее классифицированными точками (рис. 1).

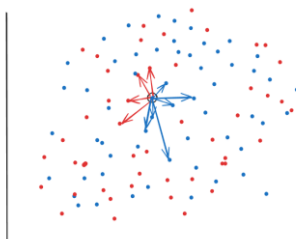


Рис. 1. Определение расстояний до каждой из точек

В ходе экспериментов была обнаружена недостаточная точность метода в его первоначальном виде. Для улучшения классификации, данные ЭЭГ, представляющие собой 4 значения, которые, в свою очередь, представляют собой координаты в пространстве, были разделены на четыре класса: «Спокойно», «Красный», «Синий» и «Зеленый». Калибровочные данные собирались с помощью устройства Neiry Handband, использующего четыре датчика, что позволяло получать наборы из четырех точек для каждого типа. В сборе данных приняли участие 5 человек, для каждого участника было собрано по 12 000 записей.

Как было упомянуто ранее, метод вычисляет расстояния между набором неизвестного типа и всеми калибровочными данными, определяя тип путем сортировки расстояний и анализа ближайших соседей. В случае если возникает неопределенность определения класса, считается общее количество точек, относящихся к каждому из конкурирующих типов, и выбирается максимальное значение.

Для повышения точности метод был перенесён на язык C++, так как API нейроинтерфейса поддерживает только этот язык. Эксперименты показали, что блочная сортировка наиболее эффективна для анализа данных в реальном времени. Введена модификация, при которой анализ данных производится на основе 25 последовательных записей (5 групп по 5 записей), а количество вычисляемых классов было сокращено до двух с возможностью увеличения их числа в будущем (рис. 2).

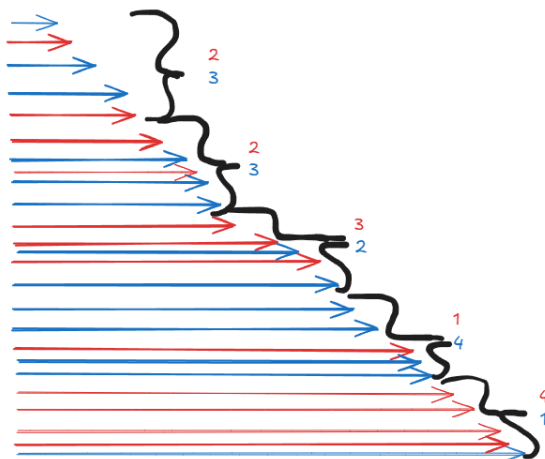


Рис. 2. Подсчет количества точек определенного типа

Интеграция метода в API включала решение проблем с передачей данных и устранение ошибок приложения. Также была введена модификация, направленная на очистку калибровочных данных от «грязных» записей, что повысило точность метода в среднем на 8–12%. Очистка происходит исходя из того, что заранее известен тип исследуемой точки, т.е. удаляются точки отличающегося типа (рис. 3).

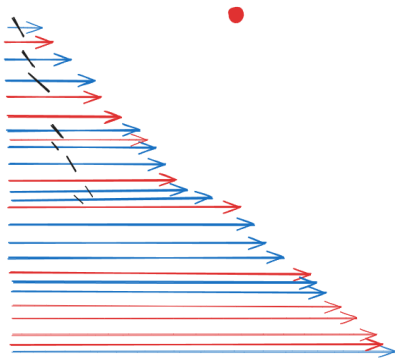


Рис. 3. Подсчет количества точек определенного типа

Также была разработана модификация, исключающая неподходящие классы для конкретных записей, которая ещё не была протестирована. Она основана на вычислении типа самой отдаленной точки от исследуемой, из чего делается вывод о невозможности исследуемой точки быть такого же типа.

Таким образом, эта часть проекта направлена на создание более точной и эффективной системы классификации данных ЭЭГ, что может значительно улучшить возможности анализа и интерпретации нейрофизиологических данных. На данный момент разработанный метод имеет точность 74% в среднем. В дальнейшем планируется расширение функциональности и повышение качества классификации, а также внедрение новых методов обработки данных, что позволит достичь ещё более высоких результатов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России; проект FEWM-2023-0013.

ЛИТЕРАТУРА

1. K-Nearest Neighbor (KNN) Algorithm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geeksforgeeks.org/k-nearest-neighbours/>, свободный (дата обращения: 15.03.2025).
2. Классификация данных методом k-ближайших соседей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://loginom.ru/blog/knn>, свободный (дата обращения: 15.03.2025).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГОЛОСОВЫХ ПОМОЩНИКОВ

А.А. Гужаева, Ю.А. Ярлыкова, В.А. Чиняева, студентки каф. АОИ

Научный руководитель Г.А. Волокитин, ассистент каф. АОИ

Проект ГПО-АОИ-2409. Разработка навыков

для экосистемы умного дома

г. Томск, ТУСУР, guzhaevaann@gmail.com

Работа посвящена сравнению российских голосовых помощников, в частности, «Алиса», «Маруся» и «Салют», и выявлению наиболее универсального голосового ассистента.

Ключевые слова: голосовой помощник, умный дом, «Алиса», «Маруся», «Салют».

Голосовой помощник – это специализированное программное обеспечение, разработанное для удобного взаимодействия пользователей с различными электронными устройствами посредством голосовых команд. К таким устройствам можно отнести смартфоны, планшеты, умные колонки, персональные компьютеры и другие современные гаджеты. Для интерпретации голосовых инструкций и выполнения соответствующих действий голосовой ассистент использует технологии искусственного интеллекта.

Известные российские голосовые помощники. На данный момент в России наибольшей популярностью пользуются голосовые ассистенты «Алиса», «Маруся» и «Салют» [1]. Пользователи в основном применяют их для решения повседневных задач, таких как получение актуальных новостей и прогноза погоды, развлечение детей и управление устройствами в системе умного дома.

«Алиса» от Яндексa [2] – это голосовой помощник, который стал самым популярным в России. Он интегрирован в умные устройства и сервисы Яндексa, а также доступен в виде чат-бота. «Алиса» способна отвечать на широкий спектр вопросов, установить будильник, вызвать такси, заказать продукты, воспроизводить музыку в соответствии с настроением и многое другое. Для детей «Алиса» станет помощником в учебе или расскажет сказку, а для родителей предусмотрена функция «Радионяня», которая оповестит о плаче ребенка в другой комнате. Вечером «Алису» можно попросить говорить шёпотом. В основе работы ассистента лежит нейросеть YandexGPT.

Преимущества голосового помощника «Алиса»:

- совместимость с широким спектром устройств;
- оперативный отклик;

- способность поддерживать естественный диалог, включая проявление чувства юмора.

Недостатки:

- не всегда точная реакция: на устройствах Android и Huawei не отзывается при заблокированном экране, а на iPhone – активируется только при открытом приложении «Яндекс»;

- жалобы пользователей на отказ выполнять команды;

- ограниченная возможность воспроизведения некоторых музыкальных композиций, поскольку в библиотеке Яндекс Музыка отсутствует часть зарубежных треков.

«Маруся» от VK – это дружелюбный голосовой помощник, тесно интегрированный практически во все сервисы VK. Она способна включить музыкальный трек из VK-музыки, отправить сообщения друзьям и даже составить письмо, используя диктовку. Виртуальный ассистент умеет распознавать детский голос и автоматически переключаться в безопасный режим, защищая ребенка от нежелательного контента. Кроме того *«Маруся»* может управлять устройствами в системе умного дома.

Преимущества голосового помощника *«Маруся»*:

- умение хорошо справляться с базовыми функциями: установка таймера, предоставление информации о погоде;

- дружелюбный характер, может пошутить.

Недостатки:

- ограниченный список поддерживаемых брендов и устройств умного дома;

- путаница в речи при длинном диалоге, делает паузы, прежде чем ответить, путает ударения.

«Салют» от Сбера – это виртуальный помощник, работающий на основе искусственного интеллекта.

Преимущества голосового помощника *«Салют»*:

- предупреждение о нежелательных звонках;

- выбор голоса для общения;

- бесплатное использование.

Недостатки:

- медлительность в выполнении команд, большие паузы между запросом и ответом;

- голос ассистента пользователи считают неестественным;

- неполное распознавание голоса, может и не услышать.

«Салют» предлагает на выбор три возможные личности для взаимодействия:

1. Сбер с деловым и дружелюбным голосом.

2. Джой с легким и бодрым стилем общения.

3. Афина с умеренными и спокойными интонациями.

«Салют» может выполнять денежные переводы по запросу пользователя, подбирать музыкальные треки в соответствии с его предпочтениями и заказывать продукты из нескольких магазинов, сразу их оплачивая. Он также подходит для телевизора, быстро находя фильмы и сериалы, а также совместим со всеми российскими стриминговыми сервисами и YouTube.

Ниже представлена таблица сравнения голосовых помощников.

Сравнительный анализ голосовых ассистентов

Функции и характеристики	«Алиса» (Яндекс)	«Маруся» (VK)	«Салют» (Сбер)
Совместимость с устройствами	Большинство устройств	Малое количество устройств умного дома	Совместим со всеми российскими стриминговыми сервисами
Отклик	Быстрый, но неточный на Android, Huawei и iPhone	Хорошо справляется с базовыми функциями	Медлительный, большие паузы
Диалог	Естественный, с чувством юмора	Дружелюбный, может пошутить	Неестественный голос, неполное распознавание
Управление умным домом	Да	Да	Да
Музыка	Включает плейлисты, но не все песни доступны	Включает треки из VK Музыки	Подбирает треки под вкусы
Детский режим	Да, функция «Радионяня»	Да, безопасный режим	Нет
Финансовые операции	Нет	Нет	Переводит деньги, оплачивает заказы
Личности	Нет	Нет	«Сбер», «Джой», «Афина»

Закключение. Исходя из сравнительного анализа, можно сделать вывод, что голосовой помощник «Алиса» является наиболее универсальным, так как он предлагает широкий спектр функций и удобств для различных категорий пользователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самые умные голосовые помощники на сегодняшний день [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://journal.sovcombank.ru/tehnologii/samie-umnie-golosovie-pomoschniki-na-segodnyashnii-den> (дата обращения: 10.02.2025).

2. Топ-7 лучших голосовых помощников в 2024 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hi-tech.mail.ru/review/111214-luchshie-golosovye-pomoschniki/#anchor171870201463025662> (дата обращения: 10.02.2025).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИАГРАММ ПОТОКОВ ДАННЫХ

Л.А. Почтарева, Д.С. Попов, Н.А. Назаров,

В.С. Синичкина, студенты каф. АСУ

Научный руководитель С.М. Алфёров, доцент каф. АСУ

*Проект ГПО-2408. Система моделирования диаграмм
потоков данных*

*г. Томск, ТУСУР, pochtareva_l@mail.ru, danapopov260@gmail.com,
nikitanazar41122@yandex.ru, Vala.Semka007@mail.ru*

Предлагается проект интерфейса пользователя для системы моделирования диаграмм потоков данных.

Ключевые слова: DFD, интерфейс пользователя, редактор.

Грамотная проработка интерфейса важна как для самого пользователя, так и для разработчика, поскольку клиент выбирает наиболее удобное, интуитивно понятное и в том числе приятное глазу приложение [1]. Понимание человеческого фактора имеет решающее значение при разработке интерфейса. Когнитивную нагрузку, умственные усилия, необходимые для использования интерфейса, следует свести к минимуму [2].

Необходимо разработать макет интерфейса для системы моделирования DFD. Программа по редактированию диаграмм должна предоставлять основные функции для работы.

Некоторые функции программы по редактированию DFD:

- Добавление/удаление блока.
- Редактирование блока или связи.
- Декомпозиция блока процесса (создание нового уровня).
- Перемещение по уровням диаграммы.
- Удаление уровня диаграммы и пр. [3].

Реализация. При разработке интерфейса анализировались и брались за основу такие платформы для создания диаграмм, как Ramus и BPwin (рис. 1).

Для реализации интерфейса необходимо учитывать взаимодействие элементов между собой и расположение в различных блоках:

- Верхняя панель содержит основные элементы управления и меню: файл, редактировать, справочник имен, помощь.
- Боковая панель служит для навигации по дереву функциональных блоков, представляется в виде иерархии, где верхний (нулевой) уровень является вершиной иерархии, а последующие находятся под ним.

- Основная часть представляет собой пространство, координатную плоскость, где производится непосредственно создание и редактирование диаграмм.

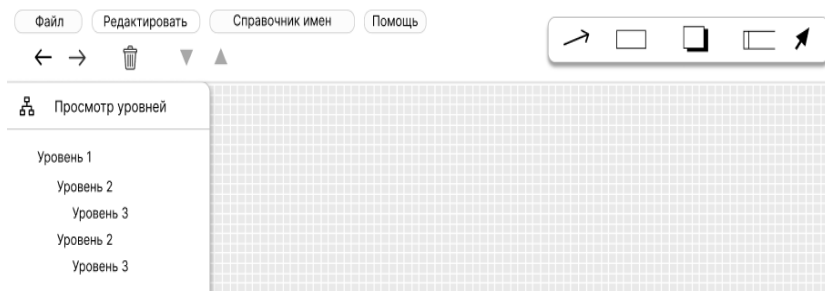


Рис. 1. Эскиз интерфейса

Центральное место на представленном интерфейсе занимает панель инструментов, поскольку она является основным средством работы в приложении.

В левой части находится меню. Ниже меню имеются вспомогательные функции: переместиться на шаг назад, переместиться на шаг вперед, удалить выбранный элемент, переместиться на нижний уровень, переместиться на верхний уровень.

Боковая панель содержит информацию о блоках и взаимосвязях диаграммы: выбранный уровень, иерархия уровней и блоков, связи между элементами. Имеет также возможность показать/скрыть нижние уровни.

Некоторые из состояний редактора не позволяют использовать те или иные инструменты. На нулевом уровне доступны только четыре вида инструментов из панели: функциональный блок, внешняя сущность, связь и курсор. При добавлении одного функционального блока на нулевой уровень инструмент «функциональный блок» становится недоступен. Подобные правила применимы ко многим элементам интерфейса, их функционирование должно быть согласовано с действиями пользователя (рис. 2).

Инструменты. Для реализации поставленной задачи был выбран графический онлайн-редактор Figma. Благодаря широкому распространению и разнообразному набору функций данная среда является оптимальным выбором для проектирования интерфейсов.

Заключение. Итогом проделанной работы стал макет интерфейса для системы моделирования диаграмм потоков данных, в котором реализованы основные свойства дружественного интерфейса: гибкость, естественность, простота, дружелюбность [4].

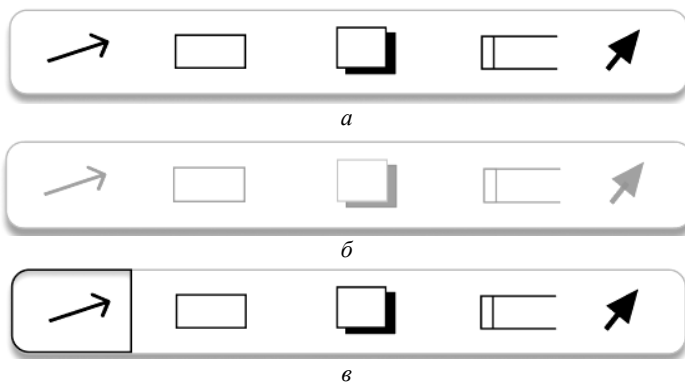


Рис. 2. Состояния инструментов: *а* – нейтральное состояние;
б – элементы неактивны; *в* – выделен инструмент проведения «связь»

В дальнейшем планируется доработка макета, составление перечня элементов управления, активных функций для каждого состояния редактора, содержания контекстного меню. После доработки DFD есть возможность добавления других редакторов, например, для диаграмм IDEF0, IDEF1X.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кашликова М.А. Основные принципы проектирования и анализа интерфейса информационных систем // Наука настоящего и будущего. – 2024. – Т. 2. – С. 329–331.
2. Мадаев С.М. Хронология развития интерфейсов, сравнение скорости выполнения задач на разных интерфейсах / С.М. Мадаев, С.Х. Алихаджиев // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – № 110-17. – С. 141–144.
3. Попов Д.С. Проектирование приложения моделирования DFD / Д.С. Попов, Н.А. Назаров, С.М. Алфёров // Матер. XIII регион. науч.-практ. конф. «Наука и практика: проектная деятельность – от идки до внедрения – 2024». – Томск: ТУСУР, 2024.
4. Основные принципы создания пользовательских интерфейсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ncrdo.ru/center/blog/osnovnyyeprintsipy-sozdaniya-polzovatelskikh-interfeysov-pi/> (дата обращения: 09.03.2025).

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ШИФРОВАНИЯ ПЕРЕДАВАЕМОГО СИГНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЛАЙН-ФУНКЦИЙ

А.А. Шамина, студентка

*Научный руководитель А.В. Лубенцов, проф. каф. ОРЭ, к.г.н., доцент
г. Воронеж, Россия, Воронежский институт ФСИН России
lubensov@mail.ru, alexshama1212@gmail.com*

Рассматриваются два различных метода шифрования сигнала. Рассмотрены основные преимущества использования сплайн-аппроксимации с точки зрения шифрования данных. Проведено исследование на тему адаптации шифрования в контексте сплайн-функций. Рассмотрены алгоритмы шифрования сигналов на разных этапах обработки сигнала. Сделаны выводы о преимуществах рассмотренных методов.

Ключевые слова: сплайн-аппроксимация, шифрование, коэффициенты сплайна, гомоморфное шифрование.

В современном мире во многих областях жизни очень важно сохранение конфиденциальности различных видов информации. Наибольшую уязвимость информация приобретает на этапе передачи данных от источника к потребителю, так как каналы передачи часто могут находиться под сторонним влиянием. Чтобы избежать утечки информации, необходимо производить шифрование на этапе кодировки.

Шифрование сигналов сплайн-функциями. Шифрование – это очень эффективный способ защиты информации, но также его использование значительно увеличивает объём передаваемой информации. Таким образом, для реализации максимально быстрой и безопасной передачи нужно использовать метод преобразования сигнала, позволяющий максимально сократить данные, проходящие по каналу передачи.

Сплайн-аппроксимация – метод преобразования сигнала с помощью функций, информация о которых хранится на передатчике и приемнике, а коэффициенты, передающие колебания сигнала, проходят по каналам передачи. Чаще всего этот способ используется для сглаживания шумов при декодировании, но может быть применим и для самостоятельной аппроксимации и интерполяции, пусть и с большими потерями информации.

Таким образом, сплайн-аппроксимация предоставляет огромное число возможностей для шифрования за счет простого вида передаваемой информации и разных способов применения самого метода.

Например, одним из простейших методов шифрования информации, передаваемой при использовании механизма сплайн-аппроксимации, является шифрование коэффициентов сплайна. Шифрование коэффициентов сплайна подразумевает работу над самими передаваемыми коэффициентами, что позволяет использовать абсолютно любые алгоритмы шифрования. Так как коэффициенты, полученные в результате определения сплайн-функций на определенных участках сигнала, представляют собой набор чисел.

Это один из простейших методов шифрования, но даже он позволит на достаточное время задержать дешифровку, а значит, и потерю конфиденциальности информации.

Однако нельзя отрицать низкую степень защиты этого метода. Шифрование с использованием сплайн-аппроксимации можно организовать гораздо более надежным способом. Во многих вариантах шифрования используется гомоморфный метод. Гомоморфный метод шифрования подразумевает двойную степень защиты и считается одним из самых сложных для расшифровки. Изначально зафиксированный аналоговый сигнал подвергается шифрованию. Этот этап, несмотря на значительно меньшее число способов шифрования данных на аналоговом уровне, серьезно усложняет получение верной информации сторонними лицами. Затем аналогично первому методу происходит шифрование коэффициентов, но в данном случае они уже вычислены по функциям зашифрованного сигнала. Гомоморфное шифрование – надежный метод защиты, так как в процессе обработки уже используются зашифрованные данные. Однако, учитывая степень защиты, а значит, и число вычислений, этот метод является очень энергоемким, что нивелирует основное преимущество сплайн-аппроксимации над другими методами – меньший объем передаваемой информации.

В обоих рассмотренных методах подразумевается создание общего ключа расшифровки, который будет иметь получатель информации для возможности получения информации.

Заключение. Можно подвести итог о превосходстве рассмотренных методов шифрования сигнала в разных областях и обстоятельствах. Чтобы максимально использовать преимущества сплайн-аппроксимации в минимизации объема передаваемых данных, логично использовать метод шифрования коэффициентов. Однако гомоморфный метод шифрования позволяет обеспечить лучшую защиту данных, сильно продлевает и усложняет процесс обработки, что, в свою очередь, нагружает оборудование и за счет увеличения времени передачи также дает больше возможностей для нежелательной расшифровки информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайнидинов Х.Н. Применение спектральных свойств базисных сплайнов в задачах обработки сигналов / Х.Н. Зайнидинов, А.Э. Мирзаев, С.П. Халилов // Автоматика и программная инженерия. – 2017. – № 4 (22). – С. 80–85.
2. Лубенцов А.В. Аппроксимация радиосигналов с помощью сплайнов / А.В. Лубенцов, А.А. Шамина / IV науч.-педагогические чтения молодых ученых им. проф. С.В. Познышева: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. курсантов и студентов. – Воронеж: ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России, 2024. – С. 504–507.
3. Защита канала широкополосной связи с применением ортогональных шумоподобных сигнальных символов / А.Ю. Грищенко, С.А. Арустамов, А.Г. Коробейников, О.В. Козин // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2019. – Т. 19, № 2. – С. 280–291. DOI: 10.17586/2226-1494-2019-19-2-280-291.
4. Лубенцов А.В. Системный анализ модели описания радиотехнических сигналов сплайнами в закрытых информационных сетях комплексных систем безопасности // Правовая информатика. – 2024. – № 2. – С. 72–81.
5. Лубенцов А.В. Комплексные системы безопасности: системный анализ, архитектура, управление жизненным циклом / А.В. Лубенцов, А.В. Душкин. – Воронеж: Научная книга, 2022. – 254 с.

УДК 004.75

ЦИФРОВОЙ РЕЕСТР АКАДЕМИЧЕСКИХ ДОСТИЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЛОКЧЕЙНА

В.А. Зарубин, Д.И. Дмитрийчук, студенты ОИТ ИШИТР

*Научный руководитель А.Ю. Демин, доцент ОИТ ИШИТР, к.т.н.
г. Томск, НИ ТПУ, vaz30@tpu.ru, did7@tpu.ru, ad@tpu.ru*

Рассматривается возможность использования блокчейн-технологий для создания цифрового реестра. Описана архитектура системы, включающая блокчейн, HDFS и криптографические подписи, а также механизм проверки подлинности образовательных документов. Внедрение такого реестра обеспечит надежность хранения данных, прозрачность и удобство их верификации.

Ключевые слова: блокчейн, цифровой реестр, смарт-контракты, HDFS, верификация документов, децентрализация, криптографическая подпись, безопасность данных.

В век цифровизации одной из приоритетных сфер является образование, здесь не менее важно обеспечить надежное хранение пользовательских данных, а также реализовать возможность проверки их подлинности. В последнее время абитуриенты, студенты и выпускники образовательных учреждений все чаще сталкиваются с проблемами доступа к результатам экзаменов [1], так как платформы мониторинга и оценки качества образования зачастую не готовы к массовым еди-

новременным запросам пользователей, что приводит к перегрузке систем и ошибкам, что может быть следствием отсутствия нагрузочных тестирований или неудачной оптимизации программного обеспечения.

На данный момент существуют различные централизованные платформы, такие как государственные реестры дипломов, базы данных университетов и коммерческие решения для хранения и проверки образовательных документов [2], но эти системы учета и верификации документов об образовании нередко подвержены рискам потери доступа к данным и их подделки в силу своей ограниченной доступности, уязвимости к кибератакам и отсутствия единого стандарта. Решением накопившихся проблем может стать цифровой реестр академических достижений, в основе которого заложены блокчейн-технологии, такие как смарт-контракты и защищенные подписи, а также распределенные файловые системы. Такая система обеспечит неизменяемость данных, прозрачность, децентрализацию хранения и удобство верификации. Далее будут представлены архитектура такого реестра, его ключевые компоненты и принцип работы.

В рассматриваемой системе используется нескольких ключевых компонентов. Центральным элементом является блокчейн-платформа, выполняющая роль децентрализованного хранилища хэшей. В качестве среды выполнения используется смарт-контракт, который отвечает за внесение новых записей, проверку. HDFS используется в качестве стандартного хранилища данных и связывается с блокчейном через индексы.

Взаимодействие с системой осуществляется через пользовательский интерфейс, который позволяет образовательным учреждениям добавлять новые записи, а работодателям и другим заинтересованным сторонам – проверять их подлинность. Образовательный документ загружается ответственным учреждением в систему, где сохраняется в HDFS. Затем его хэш записывается в блокчейн, что позволяет в любой момент подтвердить подлинность документа. При добавлении новой информации о пользователе в цифровой реестр рассчитывается новый хэш, после чего присваивается профилю пользователя в HDFS и заносится в блокчейн. Старый хэш сохраняется в блокчейне и не может быть изменён или удалён. Данный подход позволяет обеспечить сохранение полной истории изменений.

Архитектура системы использует клиент-серверную модель, в которой пользователь взаимодействует через клиентский интерфейс с бэкендом. Серверная часть отвечает за обработку запросов пользователей, генерацию хэшей документов и взаимодействие со смарт-контрактами. Доступ к записи в систему будет осуществляться через криптографическую подпись, которая будет предоставляться аккреди-

тованным учреждениям. Доступ к верификации в реестре будет осуществляться для всех через веб-интерфейс, куда будут вноситься номера проверяемых документов. В качестве основной платформы для блокчейна подходят Ethereum и BNB Chain. Взаимодействие с блокчейном осуществляется через web3-библиотеки. Вся система представляет собой защищённое и децентрализованное хранилище образовательных данных, позволяющее автоматизировать процесс проверки документов и обеспечить безопасность их хранения [3].

В качестве примера работы системы рассмотрим процесс внесения баллов ЕГЭ и регистрации диплома о полном среднем образовании в реестре. Когда специализированное учреждение вносит результаты экзаменов в систему, баллы записываются в HDFS, а составленный хэш гражданина заносится в блокчейн. Диплом о среднем образовании заносится в систему аналогичным образом. При подаче заявки абитуриентом на поступление в вуз учебное заведение может запросить эти данные через систему, проверить их подлинность, сверяя хэши, но не получая доступ к оригинальным документам. Таким образом, достигается баланс между конфиденциальностью и доступностью данных.

Заключение. Предложенное решение цифрового реестра, основанного на технологии блокчейна, может стать эффективным способом хранения документов об образовании с возможностью верификации данных и проверки подлинности информации. Ключевое отличие распределённого цифрового реестра от существующих централизованных решений, таких как государственные базы дипломов и внутренние университетские архивы, – высокий уровень надёжности за счет децентрализованного доступа, а смарт-контракты и криптографические подписи обеспечат безопасность данных пользователей системы. Внедрение подобного решения может значительно повысить доверие к реестрам документов.

ЛИТЕРАТУРА

1. 502 Bad Gateway. В Екатеринбурге рухнул сайт с результатами ЕГЭ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.e1.ru/text/education/2024/06/11/73690145/>, свободный (дата обращения: 09.03.2025).
2. Как проверить диплом на подлинность онлайн: советы работодателям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://companies.rbc.ru/news/siKvnmt6ST/kak-proverit-diplom-na-podlinnost-onlajn-sovetyi-rabotodatelayam/>, свободный (дата обращения: 09.03.2025).
3. Блокчейн – что это такое? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skyeng.ru/magazine/wiki/it-industriya/chto-takoe-blokchein/>, свободный (дата обращения: 09.03.2025).

ПОДСЕКЦИЯ 3.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

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

УДК 004.42

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ API КОМПАС-3D

А.П. Бабушкин, Н.А. Дерябин, студенты каф. КСУП
Научный руководитель М.Б. Бардамова, доцент каф. КУДР, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, baalp@list.ru

Разработан прототип приложения, позволяющего автоматически генерировать 3D-модели в САПР КОМПАС-3D, на основе заданного алгоритма и изменяемых параметров. В качестве средств реализации используется API КОМПАС-3D, написанный на языке C#, а также Windows Forms, с помощью которого создается графический интерфейс программы. Предложенный алгоритм может использоваться для отладки и тестирования 3D-моделей, а также для их массовой генерации.

Ключевые слова: КОМПАС-3D, C#, Windows Forms, API, приложение, САПР, 3D-моделирование, генерация.

На текущий момент значение систем автоматизированного проектирования (САПР) остаётся неоспоримым. В связи с их широким использованием в коммерческой деятельности становится важным вопрос автоматизации их работы, упрощения взаимодействия с ними. В случаях, когда промышленникам и дизайнерам необходимо проверить несколько сотен вариаций своего товара, отличающегося по размерам и прочим параметрам, им приходится вручную создавать их, в том числе и в САПР.

В рамках данной работы был разработан прототип приложения, позволяющий автоматически генерировать 3D-модели, используя заготовленный алгоритм, с возможностью объявлять в нём изменяемые параметры, влияющие на его работу. В качестве САПР для создания

3D-моделей используется КОМПАС-3D. Для автоматизации используются возможности языка С# с API КОМПАС-3D [1]. Для создания графического интерфейса используется Windows Forms.

В качестве изменяемых параметров созданный прототип может принимать числовые данные, поддающиеся ограничению, цвет, а также выбор из заранее заданных вариантов в любой комбинации и количестве. Структура приложения, основанная на объектно-ориентированном программировании, позволяет разработчикам удобно добавлять в неё алгоритмы для генерации новых моделей, работать над ними независимо друг от друга, добавлять универсальные функции для работы с API [2].

В качестве примера результата работы прототипа демонстрируется генерация модели компаса. В качестве входных параметров используются значения диаметра компаса, его высоты, цвет корпуса и один из двух вариантов его стрелки. При вводе всех параметров и запуске генерации приложение создаёт итоговую модель и сохраняет её по заданному пользователем пути в качестве файла модели КОМПАС-3D. Примеры сгенерированных моделей продемонстрированы на рис. 1.

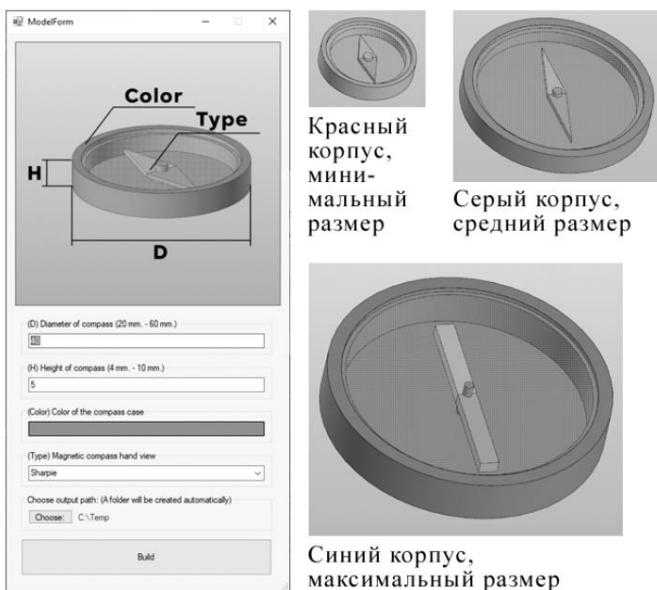


Рис. 1. Интерфейс приложения и сгенерированные 3D-модели

Таким образом, предложенный прототип позволяет не только упростить взаимодействие разработчика с API КОМПАС-3D, но и может служить практическим инструментом в коммерческой деятельности. Благодаря удобному графическому интерфейсу повышается его уровень доступности, а простота создания новых алгоритмов генерации моделей удешевляет производство готового продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. КОМПАС-3D // АСКОН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ascon.ru/products/kompas-3d/>, свободный (дата обращения: 14.03.2025).
2. Пахомов Б.И. С# для начинающих. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 432 с.

УДК 519.2

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ: ПЕРСОНАЛЬНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ИТ-НАПРАВЛЕНИЙ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ

К.А. Королева, студентка каф. АСОИУ

Научный руководитель В.В. Комарова, ассистент каф. ММиИТЭ

г. Омск, ОмГТУ

k.koroleva2005@mail.ru

Описана разработка базы данных для программного обеспечения, предназначенного для помощи абитуриентам в выборе ИТ-направлений. В статье рассматриваются этапы проектирования базы данных для анализа и формирования рекомендаций. Особое внимание уделено практической пользе и роли в повышении эффективности профориентации в сфере информационных технологий.

Ключевые слова: база данных, ИТ-направления, разработка ПО, абитуриенты, персонализированные рекомендации, профориентация, тестирование, учебные планы, информационные технологии.

Современный мир информационных технологий предлагает огромное количество направлений для профессионального развития. Однако именно это многообразие зачастую становится проблемой для абитуриентов, студентов младших курсов, которые хотят сменить направление обучения, а также их родителей и учителей, которые помогают в выборе профессии. Многие из поступающих на ИТ-направление слабо представляют, что именно их ждет в процессе обучения. Учебные планы хотя и содержат всю необходимую информацию, часто перегружены техническими деталями и не адаптированы для восприятия школьников. В результате выбор делается на основе

поверхностных представлений, что не всегда приводит к оптимальному результату. Поэтому целью разрабатываемой базы данных сделать процесс выбора специальности более осознанным и понятным, предоставив персонализированные рекомендации, основанные на интересах и предпочтениях пользователя.

Разработанная база данных использует учебные планы ИТ-направлений факультета информационных технологий и компьютерных систем (ФИТиКС) Омского государственного технического университета (ОмГТУ). Согласно определению, «Системы управления базами данных (СУБД) обеспечивают создание, хранение, защиту, обновление и манипулирование данными», что делает их структурированными и удобными для обработки [1]. В данном случае в качестве СУБД используется MySQL, которая позволяет эффективно управлять данными. Разработанная база данных состоит из нескольких таблиц, связанных между собой, которые обеспечивают хранение и обработку данных для формирования рекомендаций. Описание структуры и её взаимодействия представлено в ER-схеме на рис. 1.

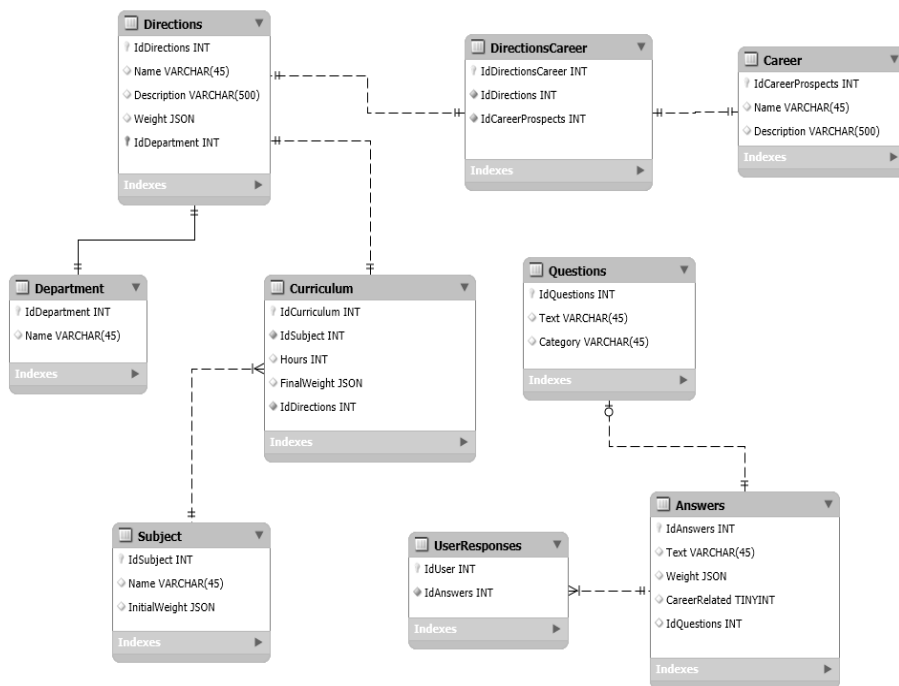


Рис. 1. ER-схема базы данных

Основные таблицы:

1. Directions – эта таблица хранит информацию о направлениях обучения. Каждое направление связано с факультетом через внешний ключ «idDepartment».

2. Department – таблица содержит информацию о том, на каком факультете реализуется каждое направление.

3. Curriculum – таблица, связывающая направления с учебными предметами. Каждый учебный план конкретного направления включает в себя список предметов, которые студент должен будет изучать.

4. Subject – таблица, содержащая информацию о предметах на факультете.

5. Career – таблица, содержащая данные о профессиях. Эти данные будут использованы для отображения карьерных перспектив, которые открываются после завершения каждого направления.

6. DirectionsCareer – таблица показывает, какие профессии соответствуют каждому направлению обучения.

7. Questions – в этой таблице хранятся вопросы, которые задаются пользователю для определения его предпочтений относительно учебных предметов и карьерных перспектив. Вопросы будут классифицированы по категориям «Предметы» и «Карьерные предпочтения» и на основе их ответов будет производиться анализ предпочтений пользователя.

8. Answers – таблица, содержащая варианты ответов на вопросы. Каждый ответ имеет свой «вес», хранящийся в JSON-формате, отражающий его значимость в расчете персонализированных рекомендаций.

9. UserResponses – таблица, в которой хранятся ответы пользователя. Эти данные будут использоваться для формирования результатов.

Процесс работы базы данных заключается в том, что система начинает работу с загрузки вопросов из таблицы «Questions» и вариантов ответов из таблицы «Answers». Ответы на эти вопросы сохраняются в таблице «UserResponses». После получения ответов система извлекает веса из JSON и анализирует их для расчета рейтинга направлений. Для этого используются данные из таблиц «Curriculum», «DirectionsCareer» и «Career», что позволяет учитывать предпочтения пользователя как по учебным предметам, так и по карьерным перспективам. На основе анализа система рассчитывает общий вес для каждого направления, суммируя веса ответов, связанных с ним. Учитываются как предметные (через таблицу «Curriculum»), так и карьерные предпочтения (через таблицу «DirectionsCareer»). После расчета направлений система сортирует их по убыванию суммарного веса и выбирает три наиболее подходящие. Пользователю отображаются эти

направления с их описанием, учебным планом и карьерными перспективами. Это позволяет сделать осознанный выбор и лучше понять, какие специальности соответствуют его интересам и предпочтениям.

Таким образом, разработанная база данных помогает персонализировать процесс выбора направления, используя информацию о предпочтениях пользователя и учебных планах. Это способствует более осознанному и обоснованному решению при выборе профессионального пути, повышая эффективность профориентации в сфере информационных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крикунёв М.М. Основы баз данных: учеб. пособие / М.М. Крикунёв, А.Н. Поручиков. – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2021. – 84 с.

2. Валеев М.В. Разработка программного обеспечения «абитуриент» для учета абитуриентов техникума информационных технологий, экономики и права / М.В. Валеев, И.Н. Козубцев // Высокие интеллектуальные технологии в науке и образовании: матер. II Междунар. науч.-практ. конф., СПб., 23 июня 2017 г. – Т. 1. – СПб.: Информационный издат. учеб.-науч. центр «Стратегия будущего», 2017. – С. 109–115. .

3. Кечиков Р.А. Создание чат-бота для автоматизации процесса работы с абитуриентами кафедры / Р.А. Кечиков, Д.О. Лонский // ИТ. Наука. креатив: матер. I Междунар. форума: в 5 т., Омск, 14–16 мая 2024 г. – М.: Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2024. – С. 483–491.

УДК 378.147.88

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ РАБОТЫ С ЦИФРОВЫМИ И АНАЛОГОВЫМИ ДАТЧИКАМИ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКТОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ NI ELVIS II+ И NI ELVIS III

Н.А. Косарев, студент

*Научный руководитель А.А. Жуков, доцент каф. радиоэлектроники,
к.ф.-м.н.*

г. Томск, НИ ТГУ, navkosarev@gmail.com

Представлено описание информационных программ по работе с датчиками с помощью комплектов измерительных приборов NI ELVIS II+ и NI ELVIS III, написанных на языке программирования LabVIEW, а также их использование в учебном процессе.

Ключевые слова: датчики, LabVIEW, NI ELVIS.

В современном мире датчики получили широкое распространение во множестве привычных устройств и в учебном процессе. Для получения навыков работы с ними создан набор информационных

программ с использованием комплектов приборов NI ELVIS II+ и NI ELVIS III на графическом языке программирования LabVIEW.

LabVIEW – это графическая среда программирования, разработанная компанией National Instruments. Она используется для создания систем управления и автоматизации, а также для сбора и анализа данных [1].

NI ELVIS (National Instruments Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite) – это семейство комплектов приборов для обучения и проведения измерений в области электротехники и электроники. Оно разработано компанией National Instruments и представляет собой комбинацию аппаратных и программных средств [2, 3]. Комплекты этого семейства NI ELVIS II+ и NI ELVIS III широко используются на радиофизическом факультете НИ ТГУ при проведении лабораторных работ по различным дисциплинам [4, 5].

На РФФ ТГУ данные программы используются в ходе изучения дисциплины «Виртуальные приборы LabVIEW» и являются частью групповой проектной работы. С помощью данного набора программ студенты получают теоретические навыки и представление о работе с датчиками и оборудованием, а в дальнейшем проходят тестирование, что в последующем позволяет минимизировать поломки оборудования, расширить кругозор в области применения датчиков и качественно выполнить проектную работу.

Благодаря данному набору учебного материала студенты знакомятся в удобной иллюстрационной форме с видами датчиков и способами их подключения к лабораторным станциям.

Программы содержат информацию по работе с датчиками: цифрового ввода, цифрового вывода, аналогового ввода, аналогового вывода.

Внешний вид программы представляет собой окно с графическим и пояснительным материалом для конкретных случаев аналогового и цифрового ввода-вывода данных. Внешний вид лицевой панели программы представлен на рис. 1.

Программы созданы в графической среде программирования LabVIEW, основанной на языке «G». Блок-диаграмма этих программ построена следующим образом: для непрерывной работы программы используется цикл по условию (While), для реагирования на выбор необходимого пункта меню используется структура событий (Events), также используются структуры выбора (Case) и структура управления вкладками (Tab Control). Блок-программа представлена на рис. 2.

Представленные программы размещены в виде «.exe» файлов в среде электронного обучения iDO ТГУ (<https://lms.tsu.ru/>). Для закреп-

ления полученных знаний перед началом работы с реальным оборудованием студентам предлагается пройти тестирование в среде электронного обучения, по результатам которого студенты получают доступ к дальнейшей работе.

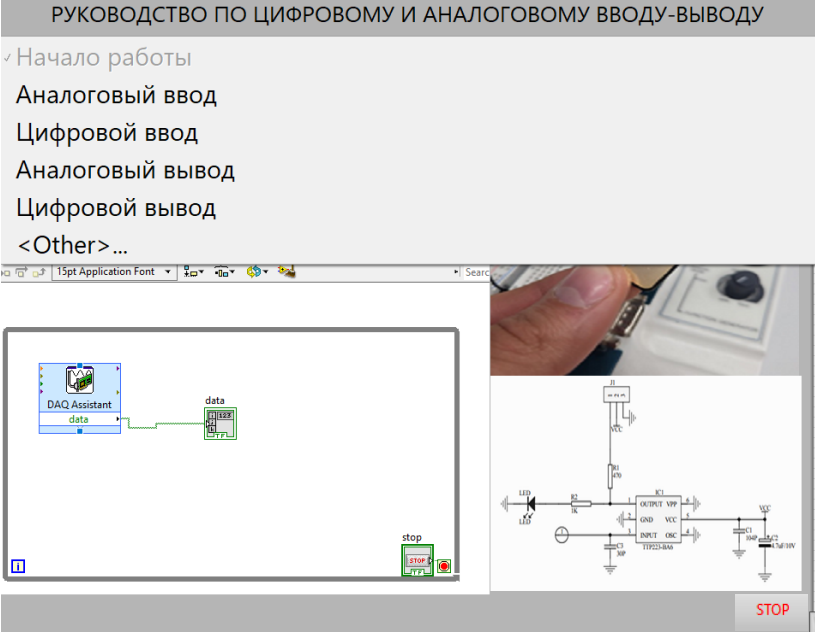


Рис. 1. Лицевая панель программы

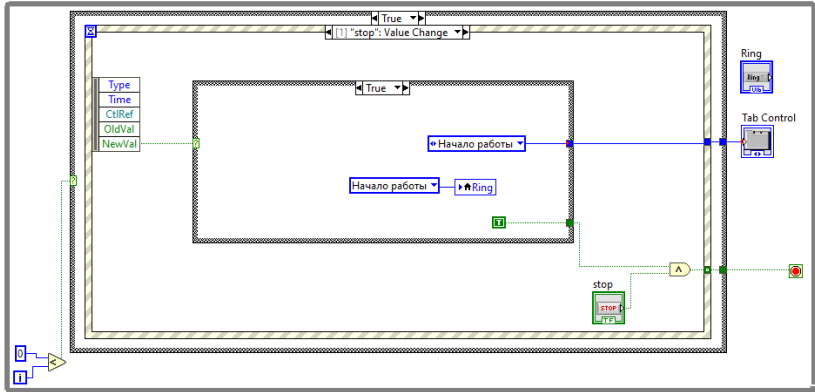


Рис. 2. Блок-диаграмма программы

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков А.А. Система программирования LabVIEW. Основы работы: учеб.-метод. пособие. – Томск: СТТ, 2020. – 150 с.
2. Комплект виртуальных измерительных приборов для учебных лабораторий NI ELVIS II. Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nitech.nstu.ru/upload/lib/NI%20ELVIS%20II%20User%20Manual.pdf> (дата обращения: 14.03.2025).
3. Платформа NI ELVIS III [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://izmeril.ru/catalog/mnogofunktsionalnye-izmeritelnye-ustroystva/platforma-ni-elvis-iii/index.php> (дата обращения: 14.03.2025).
4. The computer laboratory workshops «The bases of electronics» / A.A. Zhukov, O.A. Dotsenko, T.D. Kochetkova, S.S. Novikov, A.A. Pavlova // IEEE 2015. International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON–2015. – Tomsk: TSU, 2015.
5. Использование информационных технологий в лабораторном практикуме по курсу «Измерительные приборы и устройства в радиотехнике» / О.С. Жабин, Р.А. Василенко, Г.И. Маленко и др. // Новые информационные технологии в исследовании сложных структур: матер. XIII междунар. конф. – Томск, НИ ТГУ, 2020. – С. 39–40.

УДК 004.891:378.147

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОСТРОЕНИЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОДБОРА МЕСТА ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Д.С. Лисица, студент каф. АСУ

*Научный руководитель А.А. Захарова, проф. каф. АСУ, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, errlidie@gmail.com*

Управление процессами практической подготовки является сложной задачей, выполнение которой складывается из множества трудо- и времязатратных этапов и подразумевает участие большого числа лиц различных инстанций. Одной из важных задач управления является поддержка принятия решения по выбору места прохождения практической подготовки в форме практики, поскольку несет определенную ценность для студента как будущего специалиста, что обуславливает актуальность разработки системы поддержки принятия решений (СППР) для управления процессами практической подготовки и, в частности, подбора профильных организаций. Рассматривается алгоритм построения рекомендательной системы профильных организаций, а также возможные источники данных для интерпретации интересов, навыков и других данных о студенте.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, рекомендация, практика, практическая подготовка, машинное обучение.

Практическая подготовка является сложной системой управления, включающей множество процессов, акторов и взаимодействий между ними. С одной стороны, сложность заключается в трудоемком и времязатратном процессе документооборота, который предполагает работу с большим числом бумаг, передающихся от одного подразделения к другому. Другой стороной вопроса являются проблемы человеческого фактора и, в частности, самоопределения студента.

Выбор профильной организации как места прохождения практической подготовки в форме практики (далее – практика) является первым и вместе с тем ключевым и наиболее важным этапом выполнения учебного плана, поскольку принятое студентом решение несет, с одной стороны, прагматическую ценность: уровень и качество получаемых практических навыков, а с другой – психологическую: изменение отношения к выбранной профессиональной сфере, самооценка и др. Для студента важно сделать выбор, который является «правильным» с точки зрения его ценностей, поскольку негативный опыт может препятствовать развитию в целевой отрасли.

Решение проблемы самоопределения студента может заключаться в разработке СППР, которая должна предоставлять данные о профильных организациях студенту в формате базы практик и на основе некоторого набора параметров, представленных данными о пользователе, она должна генерировать наиболее актуальные для студента варианты выбора [1], а также, вкупе с системой электронного документооборота, реализованной в рамках бакалаврской работы [2], упростить процесс прохождения практики.

Получение данных о предпочтении пользователя может быть явным (например, проставление рейтингов объектам рекомендации) и неявным (взаимодействие с объектом, необязательно предполагающее заинтересованность) [3]. В табл. 1 и 2 приведены возможные источники данных, необходимых для построения рекомендаций, для каждого способа их получения соответственно.

Исходя из различий получаемых данных по их типу, очевидна необходимость их приведения к одной системе измерений.

Т а б л и ц а 1

Источники явного получения данных

Источник	Пояснение	Типы данных
Профиль	Информация об интересах и предпочтениях	Категории, текст
Анкетирование	Опрос студентов об их опыте на практике	Рейтинг, текст

Таблица 2

Источники неявного получения данных

Источник	Пояснение	Типы данных
Отчетная документация	Анализ дневников и отчетов по практике для выявления полученных навыков	Текст
Место учебы	Данные о факультете, специальности и направлении и т.д.	Категории
Действия в приложении	Просмотры, клики и другие схожие действия	Бинарное значение

В таком случае общий алгоритм построения рекомендаций будет иметь вид:

1. Сбор данных. Данный этап является специфичным для текстового типа данных, присущего ответам на открытые вопросы в анкетировании, а также содержанию отчетной документации, так как необходимо обнаружить полезную информацию (в данном случае – сведения о предпочтениях студента и его навыках). Результат должен быть представлен как категория.

2. Приведение типов. Поскольку системе необходимо оперировать числами, категории должны быть интерпретированы в соответствии с использованием одного из множества различных подходов (one-hot encoding, embedded и т.д.). В результате итоговая матрица интересов пользователя дополняется полученными значениями.

3. Нормирование. Входные значения, как уже было сказано ранее, имеют разные шкалы измерений, поэтому необходимо провести их нормирование. Важно отметить, что на данном этапе стоит учесть просмотры, клики и др. как основу вычисления веса категориальных данных.

4. Агрегирование. Полученные данные объединяются в один вектор, представляющий интересы пользователя.

5. Выделение кластерной группы. Для улучшения работы рекомендательных алгоритмов может быть применен метод машинного обучения кластеризация для объединения наиболее близких друг к другу пользователей на основе их интересов.

6. Составление рекомендаций. На основе сравнения интересов пользователей одной кластерной группы программа делает предположение о потенциально интересных для студента профильных организациях.

Результатом работы данного алгоритма должна быть наиболее близкая к интересам студента «лента» рекомендаций, что позволит ему если не избежать трудностей при выборе места практики, то облегчить этот процесс. Программная реализация и ее тестирование предполагаются при развитии данной темы в рамках научных работ и подготовки магистерской диссертации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лисица Д.С. Проблемы управления практической подготовкой студентов в вузе // Наука и практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения: матер. конф. – Томск: ТУСУР, 2024. – С. 452–454.
2. Св-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2024689132. Информационная система документооборота по практикам / А.А. Захарова, Д.С. Лисица. – Заявка №2024688132. Дата поступления 23 ноября 2024 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 4 декабря 2024 г.
3. Explicit Feedbacks Meet with Implicit Feedbacks: A Combined Approach for Recommendation System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.12770>, свободный (дата обращения: 17.03.2025).

УДК 004.9

РАЗРАБОТКА TELEGRAM-БОТА ДЛЯ СПРАВОЧНИКА СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ И АББРЕВИАТУР

Э.А. Латышева, студентка каф. УИ;

А.В. Малков, студент каф. АОИ

Научный руководитель Т.А. Байгулова, ст. преп. каф. УИ

Проект ГПО УИ-2301. Цифровой дизайн:

создание фирменного стиля компании

г. Томск, ТУСУР, elina599599@gmail.com

Рассматривается создание Telegram-бота, разработанного для организации, занимающейся нефтедобычей и газодобычей. Цель бота – упростить поиск аббревиатур и определений для быстрого включения в работу. Бот работает с базой данных, в основе его функциональности лежит язык программирования Python и библиотека pyTelegramBotAPI.

Ключевые слова: Telegram-бот, чат-бот, аббревиатуры, расшифровка сокращений, Python, SQLite, асинхронное программирование.

В современной корпоративной среде, особенно в крупных компаниях со множеством подразделений, использование профессиональной терминологии и аббревиатур является неотъемлемой частью деловой коммуникации. Однако отсутствие единого справочника приводит к недопониманию и ошибкам при передаче информации между сотрудниками. В качестве решения данной проблемы был реализован такой справочник в виде чат-бота в мессенджере Telegram.

Функционал чат-бота должен содержать в себе:

1. Вывод расшифровки и определения аббревиатуры пользователю.
2. Возможность предлагать пользователям свои варианты сокращенных слов.
3. Вывод статистики найденных и не найденных слов, количество уникальных пользователей и предложений сокращений.

В качестве входных данных компанией была предложена excel – таблица с тремя столбцами под названием: «Аббревиатура», «Расшифровка», «Определение». Но для того чтобы бот мог «читать» и выводить аббревиатуры пользователю за непродолжительное время, информация была перенесена в базу данных в программе SQLite с аналогичными столбцами. Такое решение позволило сократить время ответа бота в сотни раз по сравнению с excel-таблицей.

Для того чтобы создать сам бот, необходимо обратиться к уже существующему боту в Telegram – «BotFather». В этом боте выбираем команду «/newbot» и пишем название и имя пользователя. «BotFather» присылает токен нового бота, и мы его копируем. Также, используя интерактивное меню, можно добавить профильное изображение, описание и многое другое [1].

Для того чтобы начать писать код, на корпоративный ноутбук были установлены язык разработки Python 3 и среда разработки Visual Studio Code. Инструменты были установлены на их официальном сайте. Далее были установлены необходимые библиотеки, такие как telebot (pyTelegramBotAPI), sqlite3, telegram. Для этого необходимо открыть командную строку и прописать «pip install pyTelegramBotAPI», «pip install sqlite3», «pip install telegram».

Опишем работу бота.

После того как пользователь отправляет свою аббревиатуру, бот ищет совпадение в базе данных. Если совпадение найдено, бот отправляет ответ пользователю в формате:

```
response = f«{user_input.upper()}: {explanation}»  
await update.message.reply_text(response)  
update_stats(user_id, username, «found»)
```

Если совпадение не найдено, бот предлагает добавить свой вариант, нажав кнопку на клавиатуре «Предложить свой вариант»:

```
async def suggest(update: Update, context: ContextTypes.DEFAULT_TYPE):  
    await update.message.reply_text(«Напишите своё сокращение и его расшифровку в формате:\n\nАББРЕВИАТУРА – расшифровка»)
```

Предложение пользователя направляется в чат с модераторами бота, после чего примется решение о добавлении предложенного слова в базу данных. Добавление слова будет осуществляться вручную.

Для сбора статистики реализована команда /stats. Она создана для администраторов бота, чтобы можно было легко оценить актуальность созданной программы. Для команды /stats была создана таблица в SQLite со столбцами:

- «total_found»;
- «total_not_found»;
- «total_suggestions»;
- «unique_users».

В данной команде общая статистика. Метод fetchone() извлекает полученную строку в виде кортежа значений и возвращает ее [2]:

```
cursor.execute(«SELECT SUM(found), SUM(not_found), SUM(suggestions),  
COUNT(user_id) FROM stats»)
```

```
total_found, total_not_found, total_suggestions, unique_users =  
cursor.fetchone()
```

Далее формируется текстовое сообщение пользователю, которое отправляется пользователю:

```
message = (  
f«□ *Статистика:* \n\n»  
f«□ Найдено слов: {total_found or 0}\n»  
f«□ Не найдено слов: {total_not_found or 0}\n»  
f«□ Предложено сокращений: {total_suggestions or 0}\n»  
f«□ Уникальные пользователи: {unique_users or 0}»  
)  
await update.message.reply_text(message, parse_mode=«Markdown»)
```

ЛИТЕРАТУРА

1. Как написать чат-бота в Telegram без навыков программирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/en/articles/844236/>, свободный (дата обращения: 07.02.2025).

2. Получение данных из БД PostgreSQL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/3NixHy>, свободный (дата обращения: 02.02.2025).

УДК 004.032.26

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ФИЛЬТРАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Ю.М. Козлова, студентка; А.М. Емельянов, аспирант;

И.С. Надеждин, доцент ОЯТЦ ИЯТШ, к.т.н.

г. Томск, НИ ТПУ, ymk5@tpu.ru

Разработан нейросетевой алгоритм фильтрации измерительных сигналов на основе сверточной искусственной нейронной сети. По результатам сравнения с традиционными методами (фильтр Калмана, скользящее среднее) предложенный подход продемонстрировал наименьшее среднеквадратичное отклонение и наибольшее отношение сигнал/шум.

Ключевые слова: фильтрация измерительных сигналов, искусственная нейронная сеть, обработка измерительных сигналов.

С развитием современных технологий искусственные нейронные сети (ИНС) и искусственный интеллект (ИИ) получают всё большее

распространение и находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Также важным и быстро развивающимся направлением является цифровая обработка измерительных сигналов. В связи с этим использование ИНС в качестве алгоритмов фильтрации таких сигналов представляет собой перспективную область для дальнейших исследований и развития [1, 2].

Для внедрения нейросетевых фильтров в промышленные системы критически важно, чтобы алгоритмы нейросетевой обработки измерительных сигналов не вызывали дополнительного запаздывания в контуре управления, а процесс фильтрации выполнялся в режиме реального времени. Кроме того, значительным фактором является вычислительная эффективность – аппаратные средства должны обеспечивать стабильную и быструю работу нейросетевых алгоритмов. Наиболее целесообразным решением является использование микрокомпьютеров или микроконтроллеров, которые, несмотря на меньшую производительность по сравнению с профессиональными компьютерами, обладают компактными размерами, низкой стоимостью и высокой степенью интеграции в измерительный канал, что делает их оптимальными для встраиваемых систем.

В данной работе была разработана ИНС с одномерной сверточной архитектурой с использованием дилатационных свёрток и каузальной свёртки. Ее структура основана на использовании одномерных сверточных слоев, которые эффективно выделяют как локальные особенности, так и более глобальные закономерности данных. В основе модели лежат дилатационные свёртки, позволяющие расширить область восприятия сигнала без значительного увеличения числа параметров. Применение каузальной свёртки гарантирует, что при обработке каждого элемента сигнала учитываются только предыдущие или текущие данные, поэтому данную ИНС можно использовать в режиме реального времени.

При разработке ИНС применялся подход, при котором из входного сигнала сначала выделяется его шумовая составляющая с помощью обученной нейросети, а затем этот шум вычитается из исходного сигнала для получения очищенной версии.

Обучение и тестирование разработанной ИНС производилось на синтетически сгенерированных сигналах, зашумленных розовым шумом. Его особенность заключается в частотном спектре, спектральная плотность мощности (мощность на единицу частотного интервала) которого обратно пропорциональна частоте сигнала. Использовался именно данный вид шума, так как шум реальных измерительных сигналов имеет схожую особенность [3].

Тестирование разработанной искусственной нейронной сети (ИНС) осуществлялось по двум методикам: с использованием синте-

тически сгенерированных данных, имитирующих сигналы с различными типами шумов (розовым и белым), и на основе экспериментальных данных, полученных с датчика атмосферного давления BMP280. Такой подход позволил оценить работоспособность и эффективность нейросетевого алгоритма при обработке реальных измерительных сигналов.

Было проведено сравнение разработанной ИНС с другими методами цифровой обработки сигналов – фильтром Калмана [4] и фильтром «скользящее среднее» с окном фильтра в 5. Результат сравнения представлен в таблице (отношение сигнал/шум зашумленного сигнала 93,76 дБ).

Результат фильтрации синтетически сгенерированного сигнала с помощью разработанной ИНС и традиционных фильтров

Фильтр	Среднеквадратичное отклонение	Отношение сигнал/шум, дБ
Нейросетевой	0,3613	108,97
Калмана	0,5950	104,64
Скользящее среднее	0,8806	101,23

Таким образом, нейросетевой алгоритм фильтрации и фильтр Калмана показывают лучшие результаты. Проведем сравнение этих фильтров на экспериментальных данных. Так как для экспериментальных данных невозможно получить эталонное значение, результат фильтрации представлен на рис. 1.

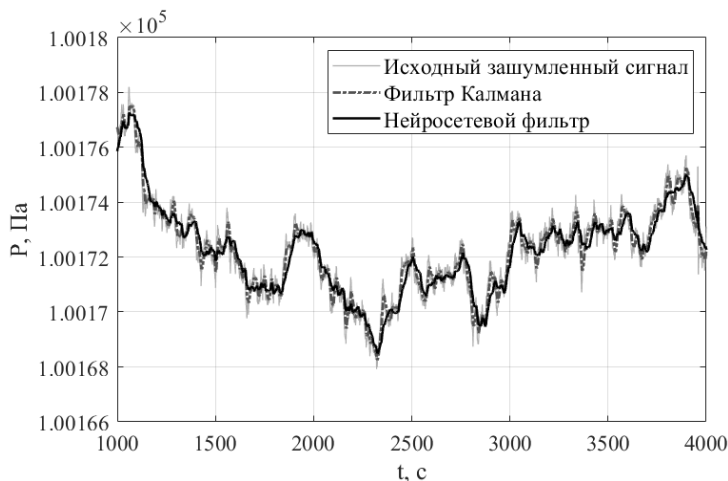


Рис. 1. Результат фильтрации экспериментальных данных, полученных с датчика атмосферного давления BMP280

Таким образом, нейросетевой алгоритм фильтрации на основе сверточной нейронной сети показал лучшие результаты относительно традиционных фильтров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болотин В. Винеровский и нейросетевой фильтры в задаче определения профиля дорожного покрытия / В. Болотин, П.А. Егоров // Вестн. Моск. ун-та. – Сер. 1. Матем., мех. – 2021. – № 2. – С. 23–27.
2. Черепанов Ф.М. Нейросетевой фильтр для исключения выбросов в статистической информации / Ф.М. Черепанов, Л.Н. Ясницкий // Вестник Перм. ун-та. – Сер.: Математика. Механика. Информатика. – 2008. – Вып. 4 (20). – С. 151–155.
3. Букингом М. Шумы в электронных приборах и системах / пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 399 с.
4. Лемешко О.В. Фильтр Калмана. Теоретические основы и практическое применение // Вестник магистратуры. – 2014. – № 6-1 (33).

УДК 004.94

ОПТИМИЗАЦИЯ ГИПЕРПАРАМЕТРОВ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ ЖИДКОСТИ В ЁМКОСТИ С НАСОСОМ

Т.А. Таюрский, студент

*Научный руководитель М.И. Кочергин, доцент каф. КСУП, к.т.н.
г. Томск, TUCYUP, ataurskij991@gmail.com*

Рассматривается нечёткая модель управления уровнем жидкости в ёмкости. Входные переменные: скорость изменения уровня жидкости, уровень жидкости, входное давление. Управляющая переменная – выходное давление, нагнетаемое насосом. Для повышения точности моделей выполнена оптимизация гиперпараметров нечёткой модели методом случайного поиска.

Ключевые слова: нечёткая логика, управление, ёмкость.

Традиционные методы управления, основанные на чётких логических принципах, не всегда способны справиться с неопределённостью и сложностью реальных систем. В настоящее время начинают находить широкое применение так называемые нечеткие системы управления (fuzzy-системы), основанные на нечеткой логике, разработанной Лотфи Заде еще в 1965 г. Особенно эффективно применение нечетких систем управления там, где объект управления достаточно сложен для его точного описания и существует дефицит априорной информации о поведении системы [1].

Рассмотрим систему подачи жидкости с ёмкостью для хранения и входным регулируемым клапаном [2] (рис. 1).

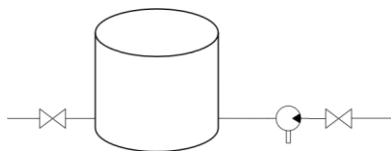


Рис. 1. Схема подачи жидкости в ёмкость для хранения

Управляющим параметром в данной задаче является давление, нагнетаемое насосом на выходе из ёмкости; управляемым параметром – уровень жидкости в ёмкости.

Нечеткая система управления состоит из блока фаззификации, механизма вывода, базы правил и блока дефаззификации. Блок фаззификации определяет порядок фаззификации входных переменных модели (рис. 2–4).

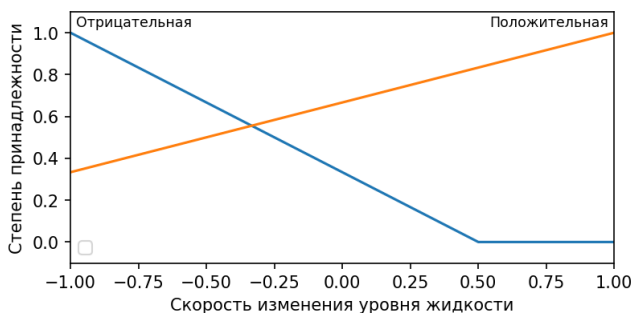


Рис. 2. Нечеткие множества входной переменной «Скорость изменения уровня жидкости»

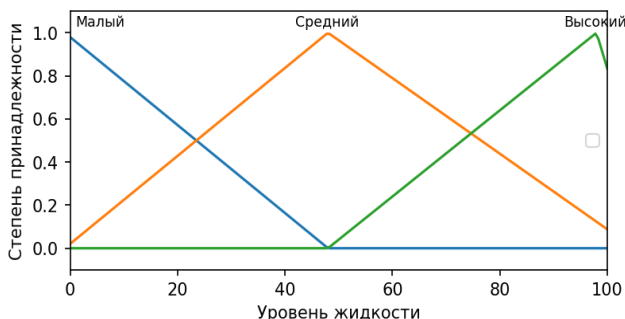


Рис. 3. Нечеткие множества входной переменной «Уровень жидкости»

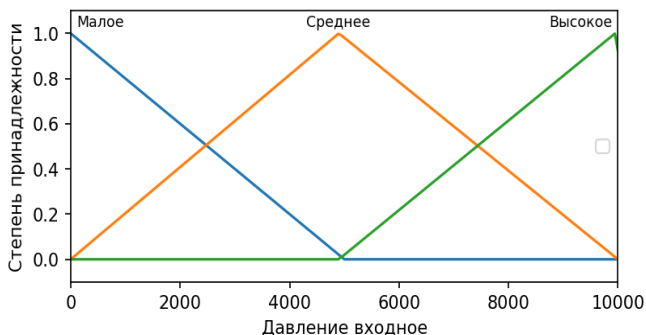


Рис. 4. Нечеткие множества входной переменной «Входное давление»

База правил содержит набор нечётких правил «если – то», которые описывают поведение системы на основе экспертных знаний или анализа данных.

Т а б л и ц а 1

База правил нечёткой системы

Входное давление	Скорость изменения	Уровень жидкости		
		Низкий	Средний	Высокий
Низкое	Отрицательная	0	2 500	5 000
Низкое	Положительная	0	2 500	7 500
Среднее	Отрицательная	2 500	5 000	7 500
Среднее	Положительная	5 000	5 000	7 500
Высокое	Отрицательная	2 500	5 000	7 500
Высокое	Положительная	2 500	5 000	7 500

Механизм вывода применяет нечёткие правила к нечётким входным данным, чтобы получить нечёткие выходные данные.

Блок дефазификации преобразует нечеткие выходные данные в четкие данные, в нашем случае, это выходное давление.

Для повышения адекватности и точности нечёткой модели управления необходимо оптимизировать гиперпараметры этой модели (табл. 2). К гиперпараметрам модели относятся: $a_i, b_i, c_i \in [0, 1000]$ ($i = 1, 2, 3$) – параметры треугольной функции принадлежности переменной «Входное давление»; $a_i, b_i, c_i \in [0, 100]$ ($i = 4, 5, 6$) – параметры треугольной функции принадлежности переменной «Уровень жидкости»; $a_i, b_i, c_i \in [-1, 1]$ ($i = 7, 8$) – параметры треугольной функции принадлежности переменной «Скорость изменения».

Оптимизация гиперпараметров модели позволила повысить точность модели нечёткого управления с $-91,79$ до $-87,79$.

Изменяемые гиперпараметры и их диапазоны

Гиперпараметр	Перед оптимизацией	После оптимизации	Диапазон
b1	–5	–1	[–5; 5]
c1	4900	5000	[4900; 5100]
b2	4800	5000	[4800; 5000]
c2	10000	10200	[10000; 10400]
a3	5000	5000	[5000; 5100]
b3	10000	10100	[10000; 10500]
b4	–5	4	[–5; 5]
c4	46	50	[46; 51]
b5	45	47	[45; 50]
a6	45	48	[45; 50]
b6	95	97	[95; 105]
b7	–1	–1	[–1; 0]
c7	1	1	[1; 2]
a8	–2	–2	[–2; –1]
b8	0	0,5	[0; 1]

ЛИТЕРАТУРА

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. –165 с.

2. Кочергин М.И. Модель нечеткого управления уровнем воды в емкости в среде моделирования MAPS / М.И. Кочергин, Д.В. Подушкин // Шарыгинские чтения. 9–11 октября 2024 г.: матер. конф. – Томск: ТУСУР, 2024. – С. 335–340.

УДК 681.513

**ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
УНИВЕРСАЛЬНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СТЕНДА**

А.В. Уфимцев, студент

*Научный руководитель А.А. Филипас, доцент каф. ОАР, к.т.н.
г. Томск, ТПУ, avu34@tpu.ru*

Представлен процесс построения математической модели универсального гидравлического стенда. Описана структура стенда, включающая основные гидравлические элементы, датчики и исполнительные механизмы. Рассмотрены методы математического моделирования гидравлических компонентов в виде насосов, гидроаккумуляторов, клапанов, трубопроводов. Разработанная модель позволяет проводить имитационное моделирование работы гидравлической системы, анализировать её динамические характеристики, а также оптимизировать параметры управления.

Ключевые слова: гидравлический стенд, математическое моделирование, гидравлическая система, динамическая модель, имитационное моделирование.

Одной из основных целей рассматриваемой универсальной гидравлической установки является исследование гидродинамических процессов высоких порядков теории автоматического управления [1]. Для её реализации необходимо представить всю гидравлическую часть установки в виде математической модели, корректно сформировать и определить основные звенья данной модели, рассчитать передаточные функции объектов управления. В настоящей статье представлены математические модели, разработанные для описания работы гидравлической системы установки, начиная с простых моделей отдельных компонентов, таких как гидроаккумулятор, насос и регулируемые утечки из резервуаров хранения рабочей жидкости, с дальнейшим переходом к более комплексным моделям, описывающим взаимосвязь между элементами системы.

Подробное описание каждой модели включает в себя рассмотрение её основных математических блоков, используемые математические уравнения и их область применения.

По структурному строению разработанную математическую модель можно разделить на пять основных математических блоков: помповые насосы, гидроаккумулятор 1-го участка, гидроаккумулятор 2-го участка, гидроаккумулятор 3-го участка, регулируемые утечки.

Разделение системы на отдельные блоки позволяет упростить анализ, более точно моделировать поведение каждого элемента и исследовать их взаимное влияние.

Математические модели двух помповых насосов являются идентичными друг другу и представлены на рис. 1.

Уставкой системы является постоянное значение, которое представляет заданное значение избыточного давления, изменяемое в атмосферах, что по своей сути является задающим воздействием для представленной модели [2]. Сумматор складывает или же вычитает входные сигналы в зависимости от собственного знака. В данной модели представлено два различных сумматора – один выполняет функцию сложения двух входных сигналов, второй вычитает второй вход из первого и выдает результат, тем самым происходит вычитание обратной связи для формирования сигнала ошибки управления.

Далее идет ряд передаточных функций первого порядка, моделирующий динамику процесса. В данных функциях в числителе представлен коэффициент усиления, определяющий, насколько сильно выходной сигнал будет реагировать на изменение входного [3].

Значение в знаменателе представляет собой оператор Лапласа s и постоянную времени. Постоянная времени, определяет скорость реакции системы, характеризует инерцию процесса.

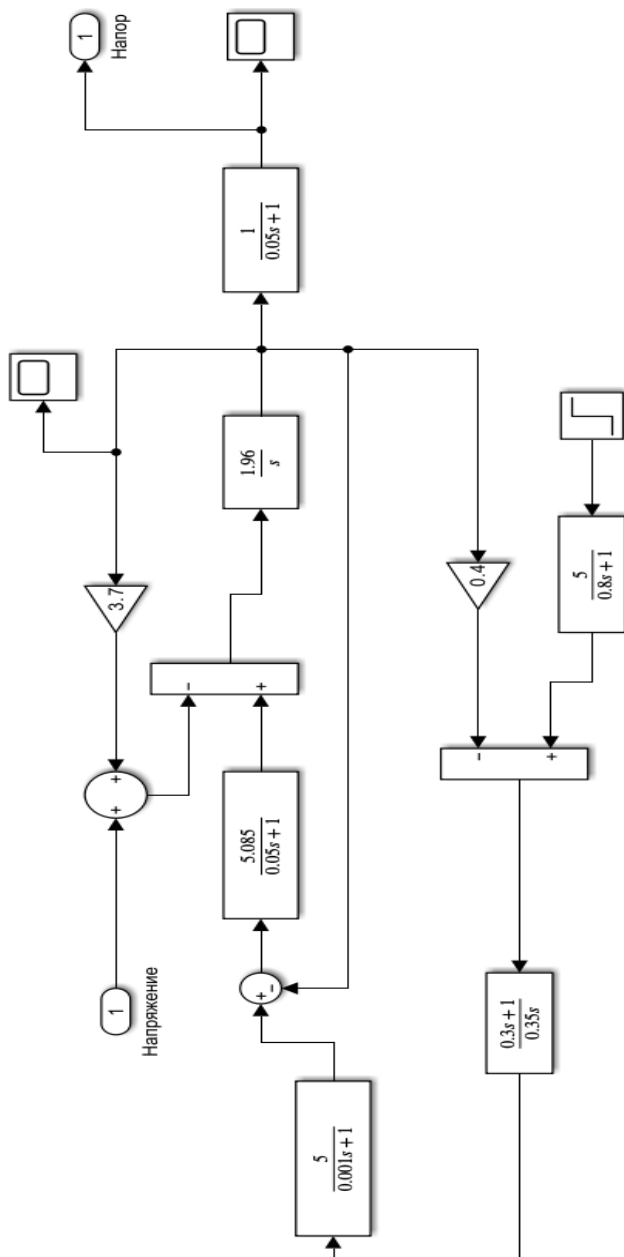


Рис. 1. Математическая модель помпового насоса

Устанавливается следующая зависимость: чем меньше значение постоянной времени, тем быстрее реагирует система.

Теперь рассмотрим математическую модель участка первого гидроаккумулятора гидравлической системы. Модель гидроаккумулятора представлена на рис. 2.

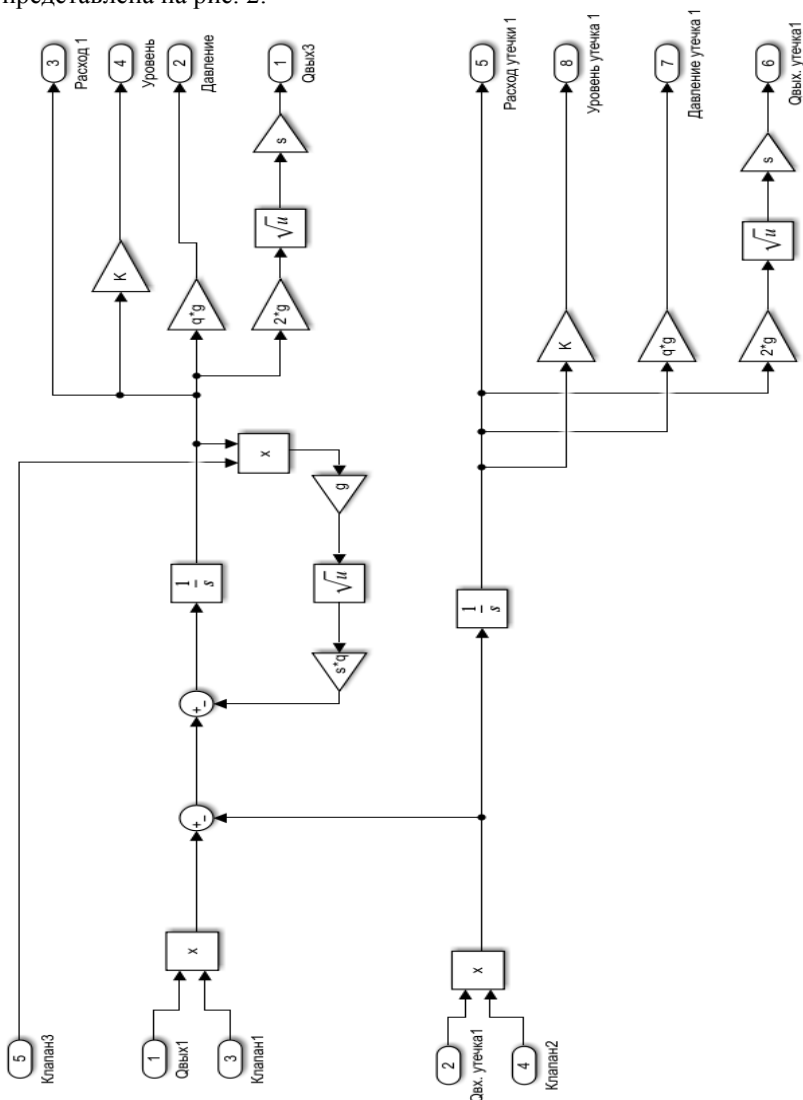


Рис. 2. Математическая модель гидроаккумулятора

Данная математическая модель описывает динамику изменения уровня жидкости, давления и расхода в первом гидроаккумуляторе. Модель учитывает приток жидкости через «Клапан 1», отток жидкости через «Клапан 3» и утечки через «Клапан 2», что позволяет проанализировать и оценить работу гидроаккумулятора при различных режимах работы. Жидкость поступает в аккумулятор через входной клапан – «Клапан 1». Часть жидкости может вытекать из аккумулятора через утечку, которая регулируется отдельным клапаном – «Клапан 2». Количество вытекающей жидкости зависит от пропускной способности этого клапана и от величины утечки: чем больше открыт клапан, и больше утечка, тем больше жидкости утечет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уфимцев А.В. Установка физического подобия определения утечек на участке нефтепровода / А.В. Уфимцев, А.А. Филипас // Сборник трудов VII Всерос. молодежной науч. конф. «Актуальные проблемы нефти и газа», 16–18 октября 2024 г. – М.: Ин-т проблем нефти и газа РАН. – С. 96–100.
2. Малышенко А.М. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления / А.М. Малышенко, О.С. Вадутов. – Томск: НИ ТПУ, 2008. – 360 с.
3. Хожаев И.В. Синтез адаптивного и робастного регуляторов для модального двухрежимного управления движением необитаемого подводного аппарата; дис. ... канд. техн. наук. – Томск: НИ ТПУ, 2023.

УДК 004.94

СУРРОГАТНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЯЕМОЙ ЁМКОСТИ С ЖИДКОСТЬЮ НА БАЗЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

А.Е. Залогов, студент

*Научный руководитель М.И. Кочергин, доцент каф. КСУП, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, zalogov.a@mail.ru*

Рассматривается суррогатное моделирование с использованием нейросетей на примере системы управления уровнем жидкости в баке. Были протестированы различные наборы параметров нейросетевой модели, для каждой была рассчитана среднеквадратичная ошибка предсказанных данных относительно реальных данных. Суррогатная модель использовалась для обучения модели управления клапаном с подкреплением, которая, в свою очередь, была реализована в СМ МАРС.

Ключевые слова: суррогатное моделирование, нейросетевая модель, технологический процесс.

Традиционные подходы к моделированию, основанные на физических и математических моделях, часто требуют значительных вычислительных ресурсов и времени, что может быть критичным при решении практических задач управления и оптимизации.

Суррогатное моделирование – перспективное направление, позволяющее существенно сократить вычислительные затраты при сохранении приемлемой точности моделирования. Данный метод основан на аппроксимации зависимостей между входными и выходными параметрами исходной системы. Например, суррогатное моделирование позволяет создать быстродействующую модель сложной системы управления реального времени и исследовать ее поведение при различных входных параметрах. На рис. 1 представлена общая схема процесса суррогатного моделирования.

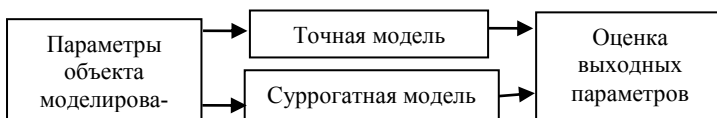


Рис. 1. Упрощенный принцип суррогатного моделирования

Искусственные нейронные сети (ИНС) [1] – один из наиболее эффективных инструментов для создания суррогатных моделей благодаря их способности аппроксимировать сложные нелинейные зависимости. ИНС способны выявлять скрытые закономерности, работать с многомерными входными и выходными данными, быть устойчивыми к шумам и неполноте входных данных [2]. Процесс создания нейросетевой модели включает сбор и предварительную обработку данных о поведении объекта, полученных экспериментальным путем или численным моделированием исходной физической модели, а также выбор структуры нейронной сети, ее обучение, валидацию и интеграцию в контур модели надсистемы.

Рассмотрим процесс построения суррогатной модели для технологического процесса хранения жидкости в ёмкости с подачей потребителю. На рис. 2 представлена объектная схема модели в СМ MAPS [3].

Управляющая переменная – давление, нагнетаемое насосом на выходе из ёмкости, управляемая переменная – уровень жидкости в баке.

Суррогатная модель использовалась для обучения модели управления с подкреплением, так как в СМ MAPS не реализованы компоненты обучения моделей машинного обучения, а расчёт отклика модели (для построения алгоритма управления [4]) при обширном диапазоне входных данных (расход жидкости на входе, текущий уровень,

разность его с желаемым) для формирования обучающей выборки требует многократного запуска модели и сложных сценариев вычислительного эксперимента.

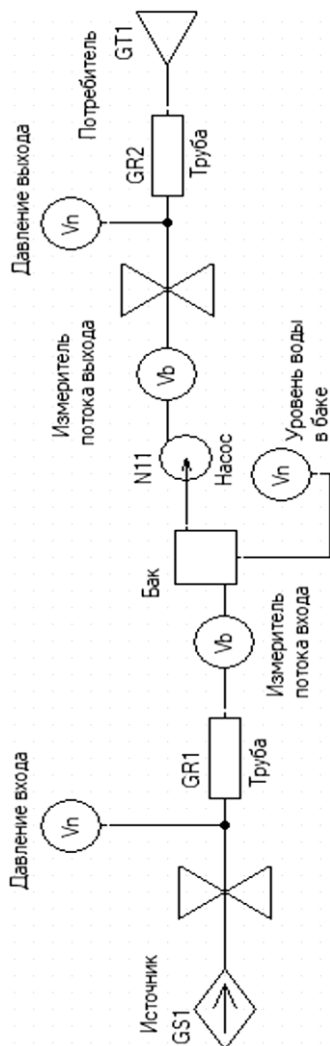


Рис. 2. Объектная схема модели

В данном случае нейросетевая модель была реализована с помощью языка программирования Python и фреймворка Tensorflow, в ка-

честве управляемой модели – модель бака с жидкостью, реализованная в СМ МАРС. Нейросетевая модель обучалась на данных, полученных из численного моделирования исходной компьютерной модели. Были протестированы различные наборы параметров нейросетевой модели, для каждой была рассчитана среднеквадратичная ошибка предсказанных данных относительно реальных данных. С результатами тестирования можно ознакомиться в таблице.

Результаты тестирования модели в различных конфигурациях

Гиперпараметры модели и признаки	MSE
64–32–1, tanh-relu-relu, [H, Pin]	0,6992
64–32–1, tanh-relu-relu, [H, Pin, dH/dt]	0,7411
64–32–1, relu-relu-linear, [H, Pin]	0,0622
64–32–1, tanh-relu-linear, [H, Pin]	0,0621

Как видно из таблицы, наилучшим набором функций активаций стал tanh-relu-linear (где ReLu – нелинейная функция активации, Tanh – гиперболический тангенс, Linear – линейная функция активации), а введение дополнительной переменной снизило точность модели.

Построенная суррогатная модель далее выполняла функцию активной среды в задаче обучения с подкреплением: при оптимизации параметров нечёткой модели управления суррогатная модель получала на вход значения давления на входе, уровня жидкости в ёмкости и имитировала отклик исходной модели – возвращала значение давления, нагнетаемого насосом, которое требовалось для поддержания жидкости в ёмкости на заданном уровне.

В будущем данная модель может использоваться для расчёта новых значений при изменениях в характеристиках моделируемого объекта без значительных временных затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочергин М.И. Реализация нейронных сетей в методе многоуровневых компонентных цепей // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2023. – Т. 23, № 6. – С. 1162–1170. DOI: 10.17586/2226-1494-2023-23-6-1162-1170.
2. Machine Learning in Prediction of Vickers Hardness for Fe-Cu-HA Composite / V.V. Chebodaeva, A.E. Rezvanova, N.A. Luginin et al. // Russian Physics Journal. – 2024. – Vol. 67, No. 5. – P. 496–503. DOI: 10.1007/s11182-024-03149-6.
3. Дмитриев В.М. Матрично-топологический анализ компонентных цепей / В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа, М.И. Кочергин // Вестник Том. гос. ун-а. – Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2023. – № 62. – С. 25–35. DOI: 10.17223/19988605/62/3.3.
4. Кориков А.М. Интеллектуальное управление в технических системах // Научный вестник Новосиб. гос. техн. ун-та. – 2014. – № 1 (54). – С. 18–26.

ПОДСЕКЦИЯ 3.4

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

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

УДК 004.8

АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МИКРОТВЁРДОСТИ КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

*Н.А. Дерябин, А.П. Бабушкин, студенты каф. КСУП
Научный руководитель М.Б. Бардамова, доцент каф. КСУП, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, deryabin.2001@inbox.ru*

Проводится анализ инструментальных средств, применяемых для прогнозирования микротвёрдости керамических материалов [1]. Рассматриваются существующие программные решения, их достоинства и недостатки, а также предлагается выбор оптимального подхода на основе нейросетевых методов.

Ключевые слова: прогнозирование, микротвёрдость, керамика, нейронные сети, машинное обучение, инструментальные средства.

Прогнозирование механических характеристик керамических материалов является важной задачей для материаловедения и медицинских исследований. В последние годы наблюдается рост интереса к использованию машинного обучения для анализа и предсказания свойств материалов. Однако выбор инструментальных средств для реализации подобных систем остаётся открытым вопросом, требующим детального рассмотрения.

Анализ инструментальных средств. В ходе исследования были изучены различные программные библиотеки и языки программирования, используемые для machine learning (ML) и анализа данных. Сравнение языков программирования представлено в табл. 1.

Python [2] является наиболее подходящим языком для задач прогнозирования микротвёрдости благодаря развитой экосистеме и простоте интеграции нейросетевых методов.

Сравнение библиотек машинного обучения представлено в табл. 2.

TensorFlow/Keras [6] лучше всего подходит для нейросетевого прогнозирования механических свойств керамики благодаря гибкости и возможности параллельных вычислений.

Таблица 1

Сравнение языков программирования

Язык	Преимущества	Недостатки
Python	Простота синтаксиса, богатая экосистема для ML (TensorFlow, Scikit-learn, Keras), активное сообщество	Медленная работа на больших объёмах данных без оптимизации
C++	Высокая производительность, возможность низкоуровневой оптимизации	Сложность в разработке, ограниченная поддержка ML-библиотек
MATLAB	Удобство для математического моделирования, наличие встроенных инструментов для анализа данных	Высокая стоимость, слабая интеграция с современными ML-фреймворками

Таблица 2

Сравнение библиотек для использования машинного обучения

Библиотека	Преимущества	Недостатки
Scikit-learn	Простота использования, эффективные методы для статистического анализа	Ограниченные возможности для глубокого обучения
TensorFlow/Keras	Высокая гибкость, поддержка глубокого обучения, работа на графическом процессоре	Высокая требовательность к вычислительным ресурсам
PyTorch	Удобная динамическая графовая модель, высокая точность моделей	Менее развит для промышленного использования

Сравнение сред для обработки данных представлено в табл. 3.

Таблица 3

Сравнение сред для обработки данных

Среда	Преимущества	Недостатки
Pandas	Простота обработки табличных данных, высокая производительность для анализа	Не справляется с очень большими объёмами данных
NumPy	Высокая скорость работы с массивами данных	Требуется знание линейной алгебры для эффективного использования
Matplotlib/Seaborn	Гибкость и наглядность визуализации данных	Ограниченные интерактивные возможности

Pandas [8] и NumPy [9] являются оптимальными инструментами для предобработки данных перед обучением моделей.

Результаты анализа. Проведённый анализ инструментов показал, что наилучший выбор для прогнозирования микротвёрдости ке-

рамических материалов – использование языка Python с библиотеками TensorFlow/Keras. Этот выбор обусловлен высокой точностью предсказаний, наличием развитой экосистемы и возможностью применения графического процессора для ускорения вычислений.

Заключение. Результаты анализа инструментальных средств подтверждают, что применение машинного обучения в задачах прогнозирования механических свойств керамических материалов является перспективным направлением. В будущем планируется дальнейшее исследование оптимальных архитектур нейросетей и расширение базы обучающих данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка алгоритма программы прогнозирования микротвердости керамического материала / Н.А. Дерябин, А.Е. Резванова, Г.В. Белоус, Б.С. Кудряшов [Электронный ресурс] // Elibrary. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=bwfdri>, свободный (дата обращения: 01.04.2025).
2. Python Software Foundation. Python Language Reference, version 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.python.org>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).
3. Stroustrup B. The C++ Programming Language. – 4th ed. – Pearson Education, Inc., 2013. – 1366 p.
4. The MathWorks, Inc. MatLab Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mathworks.com>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).
5. Scikit-learn: Machine Learning in Python / F. Pedregosa, G. Varoquaux, A. Gramfort et al. // Journal of Machine Learning Research. – 2011. – Vol. 12. – P. 2825–2830.
6. TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Systems / M. Abadi, P. Barham, J. Chen, et al. [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://www.tensorflow.org>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).
7. PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library / A. Paszke, S. Gross, F. Massa et al. // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2019. – Vol. 32.
8. McKinney W. Pandas: a Foundational Python Library for Data Analysis and Statistics. – PyData. 2011.
9. Array Programming with NumPy / C.R. Harris, K.J. Millman, van der S.J. Walt et al. // Nature. – 2020. – Vol. 585. – P. 357–362.
10. Hunter J.D. Matplotlib: A 2D Graphics Environment // Computing in Science & Engineering. – 2007. – Vol. 9, No. 3. – P. 90–95.
11. Waskom M. Seaborn: Statistical Data Visualization // Journal of Open Source Software. – 2021. – Vol. 6, No. 60. – P. 3021.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОВНЕЙ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А.О. Дергачев, аспирант каф. ЭМИС; О.И. Погребная
Научный руководитель И.Г. Боровской, зав. каф. ЭМИС, проф.
г. Томск, TUSUP, nt1prorap@gmail.com

В условиях истощения сырьевой базы углеводородов отечественные нефтедобывающие предприятия сталкиваются с возрастающими сложностями в достоверности оценки планируемых объёмов извлечения ресурсов. при исследовании анализируется эффективность использования методов машинного обучения со смещением целевых значений для прогнозирования показателей добычи углеводородов. Детально изложена процедура тренировки созданных искусственных нейросетевых моделей (далее – ИНС) на массиве данных, включающих утверждённые проектные параметры добычи углеводородного сырья (далее – УВС) по объектам разработки и соответствующие геолого-физические показатели.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, многослойный персептрон, LSTM, GRU, CNN1D, метод k-ближайших соседей, добыча углеводородов.

Развитие нефтегазового сектора России происходит на фоне деградации структуры сырьевых запасов ввиду интенсивной разработки месторождений, обладающих богатыми запасами УВС, а также наличие у них повышенной обводнённости [1]. Создание технологий прогнозирования объёмов добычи УВС с использованием методов искусственного интеллекта обеспечит повышение точности и качества больших массивов геологической информации [2].

Цель работы заключалась в повышении точности прогнозирования добычи УВС путем модификации набора данных для обучения моделей ИНС. Для достижения поставленной цели авторами был подготовлен набор данных, состоящий из 40 064 записей, включающих 19 показателей геолого-физических характеристик (далее – ГФХ) и значений ожидаемых объёмов добычи УВС. Для обучения ИНС набор данных был разделен в следующих пропорциях: 60% для обучения, 30% для валидации и 10% для тестирования. Для устранения различных аномалий, которые могут усложнить изучение информации ИНС, была проведена нормализация по формуле (1):

$$x = \frac{x' - \min}{\max - \min}, \quad (1)$$

где x – нормализованное значение показателя, x' – значение каждого показателя, $\min$ – минимальное значение по показателю, $\max$ – максимальное значение по показателю. Ввиду того, что табличные данные содержат признаки с разными диапазонами, для преобразования в единый диапазон авторами была выбрана формула нормализации $\min\text{-}\max$. В связи с неполным набором исходных данных ГФХ недостающие значения были рассчитаны методом k -ближайших соседей [3]. Кроме того, для достижения поставленной цели, авторами было предложено решение о необходимости применения смещения целевых значений в наборе данных. Метод смещения целевых значений заключается в преднамеренном изменении целевых переменных в наборе данных для улучшения качества обучения нейронной сети. К исходным целевым переменным был применен порог смещения, величина которого была эмпирически оптимизирована для достижения минимального значения функции потерь в процессе обучения моделей.

Документом, определяющим разработку эксплуатационных объектов на месторождении, является проектно-технологический документ (далее – ПТД). ПТД включает в себя комплект материалов, отражающих в том числе ГФХ и ожидаемые объемы добычи УВС. Минимальный период действия ПТД составляет 3 года. Таким образом, результатом исследования будут являться модели, прогнозирующие ожидаемые объемы добычи на 3 проектных года.

Прогнозирование добычи УВС осуществлялось с использованием таких типов ИНС, как полносвязная нейронная сеть (MLP), рекуррентная нейронная сеть (GRU), рекуррентная нейронная сеть с долгой короткой памятью (LSTM) и сверточная нейронная сеть (CNN1D) [4].

В данном исследовании были разработаны модели вышеупомянутых типов ИНС с использованием программной библиотеки TensorFlow на языке программирования Python [5]. Шаг обучения моделей равен 0,0001, а количество эпох 25 [6]. Обучение проведено с использованием метода обратного распространения. В качестве оценки качества модели использовались метрики средней квадратичной ошибки (MSE), средней абсолютной ошибки (MAE) и средней относительной ошибки (MRPE).

Результаты проведенной работы представлены в таблице, также в столбце «Результат, %» показано изменение точности обученных моделей в сравнении с моделями, обученными на данных без смещений.

Наибольшее повышение точности предсказаний показала модель типа CNN1D. Остальные модели оказались менее чувствительны к применению смещений целевых значений.

Сравнение результатов обучения моделей

Тип сети	MAE	MSE	MRPE	Результат, %
MLP	0,00215	0,000279	0,0156	+1
GRU	0,00198	0,000121	0,0143	+15
LSTM	0,00221	0,000127	0,0159	+6
CNN1D	0,00163	0,000073	0,0118	+30

Анализ полученных результатов исследования показал, что точность предсказаний моделей, обученных на данных со смещением увеличилась на 1–30% в сравнении с точностью моделей, обученных на данных без смещений. Вероятнее всего, это обусловлено тем, что смещение данных снижает влияние выбросов при обучении, также модель становится менее чувствительной к шуму, что положительно влияет на поиск корреляции между признаками и целевой переменной.

Полученные результаты позволяют говорить о возможности применения моделей типа CNN1D для прогнозирования добычи УВС. В рамках дальнейшей работы предполагается провести обучение моделей на наборе данных, аугментированных с помощью глубокой модели собственной разработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ проблемы высокой обводненности добываемой продукции горизонтальных скважин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geology-mgri.ru/jour/article/view/844>, свободный (дата обращения: 11.01.2025).
2. Разведка, добыча и прогнозирование: как цифровые решения помогают геологам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sber.pro/publication/razvedka-dobicha-i-prognozirovanie-kak-tsifrovie-resheniya-pomogayut-geologam/>, свободный (дата обращения: 11.01.2025).
3. Подготовка и аугментация данных для обучения нейросетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://neurobucks.ru/cozdanie-i-prodazha-nejrosetej/podgotovka_i_augmentatsija_dannyh_dlja_obuchenija_nejrosetej/, свободный (дата обращения: 18.01.2025).
4. Типы нейронных сетей. Принцип их работы и сфера применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://otus.ru/nest/post/1263/>, свободный (дата обращения: 25.01.2025).
5. Библиотека глубокого обучения Tensorflow [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/ods/articles/324898/>, свободный (дата обращения: 25.01.2025).
6. Параметры, влияющие на эффективность нейронной сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.100byte.ru/python/factors/factors.html>, свободный (дата обращения: 27.01.2025).

ПОИСК ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ БПЛА

*А.С. Щербаков, С.В. Ильин, студенты каф. АСУ
Научный руководитель М.Ю. Катаев, д.т.н., проф.
Проект ГПО КАФ-АСУ2201. Мониторинг территории
по изображениям БПЛА
г. Томск, TUSUR, 2005ass@mail.ru*

Описывается разработка системы обнаружения лесных пожаров с использованием БПЛА. Метод основан на сегментации изображений, построении гистограмм цветовых спектров (RGB и серый) и анализе их параметров: центра, моды и дисперсии. Система определяет наличие дыма и огня, сравнивая данные сегментов с усредненными значениями из базы.

Ключевые слова: БПЛА, обработка изображений, сегментация, гистограмма цветов, выявление дыма.

В наши дни проблема поиска лесных пожаров в летнее (и не только) время как никогда актуальна. Для решения этой проблемы существует большое число различных решений. Однако каждое решение имеет свои недостатки, будь то необходимость постоянного и трудного обслуживания или ложные срабатывания [1]. Наша основная цель – разработка системы обнаружения пожаров путём анализа изображений, полученных от БПЛА. Преимущество использования БПЛА заключается в их мобильности, возможности оперативного реагирования и высокой детализации изображений.

Система будет работать путём сегментации изображений, полученных от БПЛА, с дальнейшей их обработкой. Полученный сегмент изображения будет рассматриваться в разных цветовых спектрах и на основе наших усреднённых данных о спектрах для каждого из объектов будет выдаваться решение о наличии пожара на изображении.

Эти усреднённые данные будут получены нами вследствие обширных исследований изображений с БПЛА.

Мы будем сегментировать реальные изображения с БПЛА на небольшие фрагменты размером 20×20 пикселей, строить для них гистограммы [2] (графическое представление распределения пикселей по уровням яркости в отдельных цветовых каналах, где высота столбцов отражает количество пикселей конкретной интенсивности в каждом канале) каждого из цветовых спектров: Red – красный, Green – зелёный, Blue – синий, Gray – серый. Основными объектами на наших изображениях будут являться такие, как деревья, дым, огонь, почва.

Для фрагментов каждого объекта мы будем строить цветовые гистограммы. У данных цветовых гистограмм нам будут нужны такие параметры, как:

- центр – помогает определить главенствующий цвет и его распределение на сегменте, это среднее арифметическое значение всех имеющихся данных;
- мода – наиболее часто встречающееся значение;
- дисперсия – показывает разнообразие цветов в изображении, это параметр, показывающий разброс значений интенсивности цвета относительно среднего.

Для обработки фотографии с дрона мы используем метод, где делим изображение на две части: верхнюю (это небо) и нижнюю (земля). Делаем так, потому что нам важно изучить именно поверхность земли — там можно заметить признаки лесных пожаров, типа дыма или огня. После того как разделили картинку, сосредоточиваемся на нижней половине, где дальше проводим сегментацию. Это значит, что мы разбиваем изображение на маленькие кусочки, например, 20×20 пикселей, чтобы подробно рассмотреть каждый участок. Такой способ помогает точнее находить объекты, вроде дыма или огня, которые могут быть где-то на небольших участках фотографий.

На рис. 1 можно увидеть пример фотографии с БПЛА, где изображён лесной пожар, а на рис. 2 – две гистограммы.



Рис. 1. Пример изображения дыма, полученного с борта БПЛА

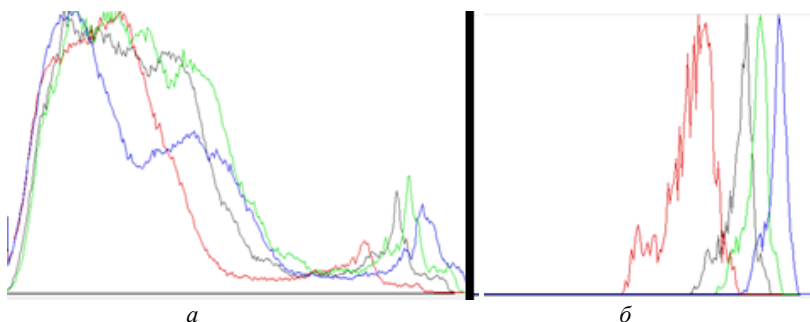


Рис. 2. Пример гистограммы распределения цветов (синего, зеленого, красного и серого) для всего изображения (*а*) и только дыма (*б*)

Особое внимание уделяется синему каналу (Blue), так как при наличии дыма яркость синих пикселей будет выше из-за рассеивания света в атмосфере. Это связано с тем, что дым состоит из мелких частиц, которые рассеивают коротковолновый свет (синий) сильнее, чем длинноволновый (красный).

На основе этих параметров уже возможно будет определить усреднённые значения для спектров цветов. А уже с этими данными мы сможем работать над обнаружением пожаров.

Алгоритм работы системы:

1. Входные данные: изображение размером 1000×2000 пикселей, полученное с БПЛА.
2. Сегментация: Разделяем изображение на верхнюю и нижнюю половину, изображение разбивается на блоки 20×20 пикселей. Итого получается 5 000 блоков.
3. Построение гистограмм: для каждого блока строятся гистограммы красного, синего, зелёного и серого цветов.
4. Анализ параметров: вычисляются центр, мода и дисперсия для каждой гистограммы.
5. Сравнение: полученные параметры сравниваются с усреднёнными значениями, хранящимися в базе данных.
6. Вывод результата: на основе сравнения определяется, является ли данный сегмент областью с дымом.

Предложенный метод позволяет автоматизировать процесс обнаружения лесных пожаров на ранних стадиях. Использование БПЛА в сочетании с алгоритмами обработки изображений обеспечивает оперативность и высокую точность мониторинга. Результаты экспериментов подтверждают практическую применимость системы для решения актуальных задач экологического контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы обнаружения пожара [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-rannego-obnaruzheniya-lesnyh-pozharov-arhitektura-i-algoritmy/viewer>, свободный (дата обращения: 12.03.2025).

2. Гистограммы в обработке изображений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cambridgeincolour.com/ru/tutorials-ru/histograms1.htm>, свободный (дата обращения: 12.03.2025).

УДК 004.853

ДЛИНА КОНТЕКСТА В БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЯХ В ЗАДАЧЕ АНАЛИЗА РУССКОГО ЯЗЫКА

К.В. Никитин, ассистент каф. ЭМИС

Научный руководитель И.Г. Боровской, проф. каф. ЭМИС, д.ф.-м.н.

г. Томск, ТУСУР, kirill.v.nikitin@tusur.ru

Существенным ограничением большинства современных больших языковых моделей является длина контекста, обеспечивающая целостность, логическую последовательность и точность интерпретации данных на естественном языке. Задача обработки текстов на русском языке признается нетривиальной ввиду его морфологической сложности и повышенным требованием к максимально возможной длине контекста. Для оценки работы моделей с длинным окном контекста в рамках русского языка актуальна разработка специализированных бенчмарков.

Ключевые слова: нейросетевые технологии, большие языковые модели, обработка естественного языка, длина контекста языковых моделей.

Область обработки естественного языка (англ. Natural Language Processing, NLP) [1] в информационных технологиях за последние десятилетия претерпела значительные изменения благодаря развитию и внедрению больших языковых моделей (англ. Large Language Models, LLM) [2]. Большие языковые модели представляют собой нейросетевые архитектуры, обученные на текстовых корпусах крупного масштаба с целью получить мультизадачную модель, способную решать широкий спектр задач NLP и общаться с пользователем на максимально понятном для него естественном языке.

Архитектурное ограничение большинства LLM – длина контекста, под которой понимается максимальное количество токенов (минимальных значимых единиц, на которые разбивается текст на естественном языке) [3], которое модель может учитывать при обработке или генерации текста. Достаточная длина контекста позволяет языковой модели грамотно учитывать лексико-семантические связи в тек-

сте, сохранять его целостность при генерации, а также соблюдать логику и последовательность в цепочке ответов. До недавнего времени контекстное окно большинства LLM не превышало нескольких тысяч токенов – так, например, для модели GPT-3.5 длина контекста составляет 4 096 токенов, что условно соответствует англоязычному тексту в 3 100 слов и русскоязычному тексту в 2 200 слов [4]. Современные модели могут иметь контекстное окно повышенной длины от 128 000 токенов и до миллиона [5], что расширяет возможности интерпретации масштабных корпусов текстовых данных. Тем не менее непрерывно растущий спрос на автоматизированные системы для обработки объемных текстовых данных порождает необходимость в качественной оценке их способности понимать длинные контексты.

Учет длины контекста особенно важен при взаимодействии с моделью на русском языке – флективный строй языка, богатство его морфологии и синтаксиса, а также относительно свободный порядок слов в предложении порождают необходимость учитывать более широкий контекст для точного понимания значения словесных оборотов. Наглядно этот аспект демонстрирует принцип работы токенайзера (алгоритма разбиения текста на токены) больших языковых моделей. Пример разбиения эквивалентных фрагментов текста для семейства моделей GPT-4o [6] приведен на рис. 1. Примечательно, что для английского языка разбиение происходит по целым словам и словосочетаниям, в то время как в русском языке токенайзер выделяет фрагменты и морфемы слов для обеспечения понимания контекста. Разница выражена также и количественно – блок текста на русском языке требует большей токен-длины при примерно равном количестве входных символов.

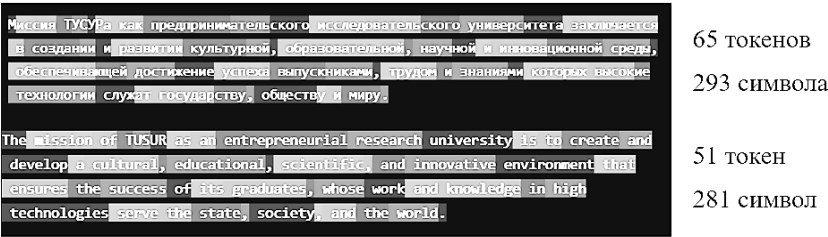


Рис. 1. Пример токенизации фрагмента текста для русского (сверху) и английского (снизу) языков в рамках моделей GPT-4o и GPT-4o mini

Значительную часть открытых больших языковых моделей также характеризует обучение преимущественно на англоязычных текстах – так, например, в случае открытой мультязычной модели GPT-3 с обучающим корпусом данных в 570 ГБ лишь 0,115% документов бы-

ли на русском языке, в символическом выражении русский язык составил 0,224% массива обучающих данных, в то время как для английского языка аналогичные значения составляют 93,689 и 92,099% соответственно [7].

Решение задачи обеспечения достаточной длины контекста обеспечивается модификацией и оптимизацией механизма «внимания» в LLM на основе архитектуры «трансформер» [8], среди актуальных можно выделить методики FlashAttention [9], LongFormer [10] и LongNet [11]. Концептуально иной подход состоит в замене механизма «внимания» на альтернативные методы учета контекста. Среди таких методологий возможно выделить механизм «повторения и удержания» RetNet [12] и метод моделирования линейно-временной последовательности с использованием пространств выборочных состояний Mamba [13].

Для проверки качества учета длинного контекста разрабатываются различные методологии оценки моделей с соответствующей длиной контекстного окна. Среди стандартизированных бенчмарков (англ. benchmark – «эталон», тест производительности и эффективности для нейросетевых моделей) [14], рассчитанных на длинный контекст, можно выделить LongBench [15] и L-Eval [16]. Так или иначе эти бенчмарки ориентированы в основном на проверку качества взаимодействия языковой модели с текстами на иностранных языках, тогда как остается потребность в наличии схожего инструмента для оценки работы модели с русским языком, учитывающего его семантические и морфологические особенности.

Среди разрабатываемых инструментов оценки длинноконтекстных моделей на русскоязычных данных следует выделить проект LIBRA [17], представляющий собой репозиторий с открытыми наборами данных и различными методологиями оценки. Авторы предлагают более двадцати наборов данных, адаптированных под морфологические, семантические и смысловые особенности русского языка, оценочные задачи, разделенные на четыре группы сложности, динамическую длину контекста при оценке, а также публичный лидерборд для повышения прозрачности и воспроизводимости дальнейших исследований в области обработки длинного контекста для русского языка.

Дальнейшее развитие методов оценки больших языковых моделей в работе с объемными текстовыми массивами на русском языке лежит не только в повышении длины контекста модели и оптимизации существующих механизмов учета лексического контекста в условиях флективного строя языка, но и в разработке соответствующих

датасетов и градуированных средств оценки, локализации существующих оценочных средств с адаптацией под особенности русской морфологии. Потенциальной стратегией развития обработки русскоязычного текста с помощью LLM могут также являться проекты по инструктированию языковых моделей на русском языке с нуля [18], а также дообучению существующих моделей (с преобладанием изначальных обучающих данных на иностранных языках) на размеченных данных на русском языке с целью повышения качества русскоязычного инференса [19].

ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое обработка текстов на естественном языке (NLP)? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.oracle.com/cis/artificial-intelligence/what-is-natural-language-processing/> (дата обращения: 10.03.2025).
2. What is a large language model (LLM)? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cloudflare.com/learning/ai/what-is-large-language-model/> (дата обращения: 06.03.2025).
3. Summary of the tokenizers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://huggingface.co/docs/transformers/tokenizer_summary (дата обращения: 13.03.2025).
4. What are tokens and how to count them? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://help.openai.com/en/articles/4936856-what-are-tokens-and-how-to-count-them> (дата обращения: 13.03.2025).
5. Grok 3 – Intelligence, Performance & Price Analysis [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://artificialanalysis.ai/models/grok-3> (дата обращения: 13.03.2025).
6. GPT-4o [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://openai.com/index/hello-gpt-4o/> (дата обращения: 07.03.2025).
7. Dataset statistics – GPT-3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/openai/gpt-3/tree/master/dataset_statistics (дата обращения: 07.03.2025).
8. Attention is All you Need / Ashish Vaswani, Noam M. Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N. Gomez, Lukasz Kaiser, Illia Polosukhin // Neural Information Processing Systems, 2017.
9. [2205.14135] FlashAttention: Fast and Memory-Efficient Exact Attention with IO-Awareness [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2205.14135> (дата обращения: 13.03.2025).
10. [2004.05150] Longformer: The Long-Document Transformer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/2004.05150> (дата обращения: 13.03.2025).
11. [2307.02486] LongNet: Scaling Transformers to 1,000,000,000 Tokens [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2307.02486> (дата обращения: 13.03.2025).
12. [2307.08621] Retentive Network: A Successor to Transformer for Large Language Models [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2307.08621> (дата обращения: 13.03.2025).

13. [2312.00752] Mamba: Linear-Time Sequence Modeling with Selective State Spaces [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2312.00752> (дата обращения: 13.03.2025).
14. The Big Benchmarks Collection – a open-llm-leaderboard Collection [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://huggingface.co/collections/open-llm-leaderboard/the-big-benchmarks-collection-64faca6335a7fc7d4ffe974a> (дата обращения: 13.03.2025).
15. LongBench [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/THUDM/LongBench?ysclid=m8g4k6nbn522669347> (дата обращения: 13.03.2025).
16. LEval: Data and code for L-Eval, a comprehensive long context language models evaluation benchmark [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/OpenLMLab/LEval?ysclid=m8g4ld1lcm876747829> (дата обращения: 13.03.2025).
17. LIBRA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/ai-forever/LIBRA?ysclid=m8g4g3qwm8652301991> (дата обращения: 14.03.2025).
18. Saiga [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://huggingface.co/collections/IlyaGusev/saiga-6505d4ccc3d1e53166b636cd> (дата обращения: 14.03.2025).
19. Vikhrmodels/Vikhr-7b-0.1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://huggingface.co/Vikhrmodels/Vikhr-7b-0.1> (дата обращения: 14.03.2025).

ПОДСЕКЦИЯ 3.5

МОЛОДЕЖНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ

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

УДК 004.89

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ЭЭГ

Ю.О. Лобода, доцент, к.пед.н.; Н.С. Бирюкова, ст. преп.;

А.А. Новиков, А.К. Алымкулова, студенты каф. УИ

*г. Томск, ТУСУР, yulloboda@gmail.com, Baulina-Tasha217@yandex.ru,
alexnov031001@gmail.com, technoakk.99087@gmail.com*

Рассматриваются гибридные алгоритмы обработки ЭЭГ-сигналов, предназначенные для повышения точности и устойчивости систем нейроуправления. Исследуются методы предобработки данных, выделения признаков, классификации сигналов и адаптации к индивидуальным особенностям пользователей. Представлены результаты экспериментальной проверки эффективности разработанных алгоритмов на реальных данных.

Ключевые слова: ЭЭГ, нейроуправление, гибридные алгоритмы, машинное обучение, глубокое обучение.

Современные технологии нейроуправления на основе ЭЭГ расширяют возможности взаимодействия человека с устройствами, находя применение в реабилитации, робототехнике, образовании и игровой индустрии. Главная задача – обеспечить точность и устойчивость обработки слабых и зашумленных сигналов.

Гибридные алгоритмы, объединяющие машинное и глубокое обучение с традиционными методами, улучшают классификацию ЭЭГ и адаптируются к индивидуальным особенностям пользователей, что критично для нейроуправления.

Целью данной статьи является создание и анализ гибридных алгоритмов обработки ЭЭГ-сигналов, направленных на повышение точности и устойчивости систем нейроуправления.

Основные этапы разработки гибридных алгоритмов

1. Предобработка сигналов.

Этап предобработки направлен на удаление артефактов и выделение полезной информации из ЭЭГ-сигналов. Основные шаги:

- **Фильтрация сигналов:** применение полосовых фильтров для удаления низкочастотных ($<0,5$ Гц) и высокочастотных (>50 Гц) компонентов.

- **Удаление артефактов:** использование методов независимого компонентного анализа (ICA) и автоматического обнаружения артефактов, таких как моргание глаз или мышечные сокращения.

- **Нормализация данных:** масштабирование сигналов для приведения их к единому диапазону значений.

- **Пространственная фильтрация:** использование пространственных фильтров, таких как метод главных компонент (PCA), для повышения соотношения сигнал/шум.

- **Популярные решения:** среди наиболее эффективных инструментов предобработки ЭЭГ можно выделить библиотеку MNE-Python, которая предоставляет широкий спектр функций для фильтрации, удаления артефактов и визуализации данных [1].

2. Выделение признаков.

Выделение ключевых характеристик сигналов является важным этапом для последующего анализа. Используемые методы:

- **Частотный анализ:** определение мощности сигналов в диапазонах альфа-, бета- и гамма-ритмов с помощью быстрого преобразования Фурье (FFT).

- **Временной анализ:** выделение особенностей, таких как пики и длительность волн.

- **Комбинированный подход:** применение вейвлет-преобразований для одновременного анализа сигналов во временной и частотной областях.

- **Автоматическое извлечение признаков:** использование глубоких сверточных сетей для автоматического выделения информативных характеристик ЭЭГ-сигналов.

- **Примеры исследований:** в работе [2] представлены методы анализа ЭЭГ на основе спектральных признаков и их применения в системах нейроуправления.

3. Классификация сигналов.

Классификация ЭЭГ осуществляется с помощью:

- Машинного обучения – SVM, деревья решений, случайные леса.

- Глубокого обучения – CNN, RNN.

- Гибридных моделей – сочетание традиционных и нейросетевых методов.

- Адаптивных алгоритмов – применение reinforcement learning для индивидуальной настройки.

Например в исследовании [3] показано, что использование CNN и LSTM для анализа ЭЭГ обеспечивает точность свыше 90%.

4. Формирование управляющих команд.

Результаты классификации преобразуются в команды для управления устройствами. Основные задачи:

- Построение таблицы соответствия между мысленными командами и действиями устройства.
- Реализация алгоритмов принятия решений для обработки сложных команд.
- Интеграция обратной связи для адаптации системы в реальном времени.
- Применение биологически вдохновленных алгоритмов для повышения надежности принятия решений.

5. Адаптация алгоритмов к индивидуальным особенностям пользователей.

Для повышения универсальности и точности системы важно учитывать индивидуальные особенности ЭЭГ-сигналов. Адаптация включает:

- Калибровку – сбор данных для учета специфики мозга пользователя.
- Обучение с подкреплением – алгоритмы улучшают работу на основе обратной связи.
- Динамическое обновление – модели корректируются в реальном времени.
- Переносное обучение – предварительно обученные модели адаптируются под нового пользователя.

Экспериментальная проверка. Для проверки эффективности предложенных алгоритмов проводится тестирование на данных, собранных с помощью устройств BrainLink Lite и лабораторных комплексов BiTronicsLab. Метрики оценки:

- Точность классификации: вычисление accuracy, precision, recall, F1-меры.
- Устойчивость к шумам и артефактам: тестирование работы системы в условиях реальных внешних факторов.
- Время отклика системы: измерение временной задержки между регистрацией ЭЭГ-сигнала и выполнением команды.
- Сравнительный анализ: тестирование различных комбинаций алгоритмов для выявления оптимального решения.

Выводы. Гибридные алгоритмы обработки ЭЭГ, сочетая традиционные и глубокие методы, повышают точность классификации и

адаптивность нейроуправления. Это расширяет их применение в реабилитации, образовании и робототехнике.

Дальнейшие исследования направлены на создание моделей, устойчивых к шумам, интеграцию ЭЭГ с другими физиологическими данными и разработку автономных систем, адаптирующихся в реальном времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грамфор А. и др. MNE: программное обеспечение для обработки данных МЭГ и ЭЭГ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1053811913010501?via%3Dihub>, свободный (дата обращения: 25.02.2025).
2. Ван Ю. и др. Обзор интерфейсов мозг – компьютер на основе ЭЭГ для управления роботизированными устройствами // *Frontiers in Neuroscience*. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 112–130.
3. Чжан С. и др. Подход на основе глубокого обучения для классификации ЭЭГ моторных образов // *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. – 2022. – Т. 30, № 7. – С. 845–860.

УДК 519.682.1

СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ ОТСТУПНОГО СИНТАКСИСА В НОВОМ ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

А.А. Юрьев, А.М. Антонов, Д.А. Вытнов, студенты каф. АСУ

Научный руководитель В.В. Романенко, зав. каф. АСУ, к.т.н.

*Проект ГПО АСУ-2501. Компилятор на основе запросов FSICC
для функционального языка*

г. Томск, ТУСУР, artem2005yurev@gmail.com

Проводится анализ подходов к реализации отступного синтаксиса в контексте разработки компилятора для функционального языка программирования Fsic. Сложность реализации контекстно-зависимой грамматики порождает множество вариантов подходов. Рассматриваются два основных метода. Описываются преимущества и недостатки каждого подхода и выбирается оптимальный вариант для реализации в компиляторе fsicc.

Ключевые слова: отступный синтаксис, синтаксический анализ, парсинг, Python, Haskell.

Синтаксис в программировании – это фундаментальная система правил, определяющая структуру и организацию кода. Он служит грамматикой языка программирования, без которой невозможно однозначное понимание инструкций ни компилятором, ни разработчиком. Синтаксис языка программирования является одним из ключе-

вых факторов того, насколько выразительны будут описания программ, написанных на данном языке.

Цель проекта заключается в создании компилятора для функционального языка Fsic с отступным синтаксисом. Что такое отступный синтаксис? Отступный синтаксис – это синтаксис, при котором структура программы определяется отступами. В отличие от языков, где блоки кода выделяются определёнными символами, например, фигурными скобками или ключевыми словами, в отступно-чувствительных (indendation-sensitive) языках отступы играют ключевую роль в определении структуры программы. Такой синтаксис способствует повышению читаемости и удобства поддержки кода посредством использования в качестве определителей блоков не символьные конструкции, такие как фигурные скобки, а непосредственно отступы данных блоков. Это особенно важно в случае Fsic, потому что в функциональных языках ясность и лаконичность выражений играют ключевую роль. Этот подход применяется во многих языках программирования, например в Python и Haskell.

Для реализации отступного синтаксиса существуют разные подходы. Рассмотрим два основных, но сначала для понимания архитектурных аспектов рассмотрим принцип работы синтаксического анализатора компилятора.

Лексический анализатор (лексер) осуществляет первичную обработку исходного кода, трансформируя поток символов в последовательность токенов – атомарных семантических единиц языка. Синтаксический анализатор (парсер) интерпретирует эту последовательность, генерируя синтаксическое дерево.

Грамматика отступно-чувствительных языков является контекстно-зависимой ввиду того, что синтаксический анализатор, или парсер, вынужден следить за состоянием индентации. Контекстно-зависимые грамматики, в отличие контекстно-свободных, реализуются намного труднее – в этом и состоит проблема создания отступно-чувствительной грамматики.

Теперь, когда понятны ключевые моменты, рассмотрим сами подходы.

Первый подход используется в языке Python. Он заключается в создании контекстно-зависимого лексера, который нейтрализует такую контекстную зависимость с помощью генерации токенов IDENT и DEDENT при повышении уровня индентации и её понижении соответственно. Тем самым парсер языка Python остаётся контекстно-свободным, что упрощает его реализацию, позволяя парсеру обрабатывать отступы как обычные токены.

Преимущества такого подхода заключаются в простоте реализации парсера, так как отступы обрабатываются как обычные токены, что оставляет парсер контекстно-свободным.

Недостатки такого подхода заключаются в отсутствии формального описания такой отступно-чувствительной грамматики (например, в форме Бэкуса – Наура), сильной чувствительности реализации к изменениям синтаксиса (*ad hoc implementation*) и сложной реализации лексера. Например, в языке Python существует правило неявного соединения строк (*implicit line joining*) в скобках того или иного рода, которое отменяет любые установленные до этого правила инdentации [1. С. 124] [2]. Ниже на рис. 1 представлен пример действия такого правила, при котором токен `INDENT` будет вставлен только перед токеном идентификатора `z`.

```
1. | x = [  
2. |   y ]  
3. |   z = 3
```

Рис. 1. Пример действия неявного соединения строк в Python

Таким образом, с первого взгляда простой и притягательный подход реализации отступного синтаксиса содержит неявные внутренние трудности, которые требуют чередования вызовов лексера и парсера друг в друге.

Второй подход заключается в использовании *якорей столбцов* для проверки отступов и основан на формальных правилах инdentации [3]. В этом подходе каждый токен аннотируется номером столбца (отступом), что позволяет учитывать его положение в тексте, при этом на них вводится формальное отношение сравнения инdentации, который определяет, как отступы дочерних элементов должны соотноситься с отступами родительских элементов [1]. Данный подход реализован в компиляторе языка Haskell GHC [4], пример синтаксиса которого представлен на рис. 2.

```
1. | mapAccumR f = loop  
2. |   where loop acc (x:xs) = (acc'', x' : xs')  
3. |     where (acc'', x') = f acc' x  
4. |           (acc', xs') = loop acc xs  
5. |   loop acc [] = (acc, [])
```

Рис. 2. Пример отступного синтаксиса на языке Haskell

Преимущества этого подхода включают в себя более строгую проверку отступов и возможность формального описания правил инdentации, что может снизить количество ошибок, связанных с реали-

зацией отступно-зависимой грамматики. Лексер в таком подходе остаётся контекстно-независимым, в то время как парсер реализует свою контекстную зависимость с помощью включения таких правил индентации для внутренних процедур (если говорить о способах реализации парсера посредством рекурсивного спуска или парсер-комбинаторов).

Недостатки данного подхода могут включать в себя необходимость формального описания отступной грамматики языка, но, с другой стороны, это может являться также и преимуществом.

Таким образом, подход к реализации отступно-чувствительной грамматики с помощью якорей подвержен меньшему количеству ошибок в реализации, формальное описание грамматики более доступно к обсуждению разработчиками языка и, следовательно, легче подвергается изменениям. Последнее обстоятельство является для нового развивающегося языка программирования наиболее актуальным, и поэтому такой подход и будет использоваться в компиляторе языка Fsic – fsicc.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adams M.D. Indentation-Sensitive Parsing for Parsec / M.D. Adams, Ö.S. Ağacan // ACM SIGPLAN Not. – New York: Association for Computing Machinery, 2014. – Vol. 49, No. 12. – P. 121–132.
2. Adams M.D. Principled parsing for indentation-sensitive languages: revisiting landin’s offside rule // In Proceedings of the 40th Annual ACM SIGPLAN-SIGACT Symposium on Principles of Programming Languages, POPL ’13. – New York, Association for Computing Machinery, 2013. – P. 511–522.
3. Python. The Python Language Reference [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.python.org/reference/> (дата обращения: 13.03.2025).
4. The Glorious Glasgow Haskell Compilation System User’s Guide, Version 7.2.1 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.haskell.org/ghc/docs/7.2.1/html/users_guide/ (дата обращения: 13.03.2025).

УДК 658.8:37

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ КОНЦЕПЦИИ ПРОДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ПРИ ИТ-КОМПАНИИ

Н.К. Артамбаева, студентка

*Научный руководитель Т.А. Байгулова, ст. преп. каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, artartnargiz@gmail.com*

Рассмотрены особенности разработки концепции продвижения образовательного центра при ИТ-компани. Проанализированы совре-

менные цифровые маркетинговые инструменты, подходы и каналы с учетом специфики аудитории и бренда компании. Приведены примеры и аналитические данные, демонстрирующие эффективность разных маркетинговых стратегий.

Ключевые слова: образовательный центр, IT-компания, цифровой маркетинг, контент-маркетинг, бренд работодателя, целевая аудитория.

Современный рынок образовательных услуг, особенно в сфере информационных технологий (EdTech), переживает период стремительного роста и высокой конкуренции. Глобальный объем рынка онлайн-образования прогнозируется на уровне \$458 млрд долл. к 2026 г. [1]. При этом рынок насыщен множеством онлайн-курсов, платформ и образовательных приложений, что существенно затрудняет привлечение внимания новой аудитории без продуманной стратегии продвижения [1]. Если ранее образовательные организации могли полагаться на репутацию и сарафанное радио, то в условиях цифровой экономики этого недостаточно – чтобы быть замеченным, необходимо активно заниматься маркетингом своих образовательных программ [2].

Целью статьи является выявление эффективных методов и каналов продвижения образовательного центра при IT-компании с учетом специфики корпоративного бренда и целевой аудитории.

Анализ современных подходов к продвижению образовательных центров показал, что ключевую роль сегодня играют цифровые каналы: социальные сети, контент-маркетинг, SEO-продвижение и таргетированная реклама. Согласно исследованиям, активное присутствие в социальных сетях существенно повышает узнаваемость образовательной организации и вовлеченность аудитории, особенно среди молодежи, которая активно мигрирует с традиционных платформ на новые.

Также доказано, что стратегия контент-маркетинга, включающая регулярное создание и распространение экспертных материалов (статей, видеолекций, вебинаров), повышает доверие к образовательному центру и демонстрирует его профессионализм и связь с отраслью [4]. Кроме того, цифровые рекламные инструменты, такие как контекстная и таргетированная реклама, способствуют быстрому и точечному привлечению целевой аудитории, заинтересованной в конкретных образовательных услугах [2]. Для образовательного центра при IT-компании актуально также SEO-продвижение, обеспечивающее высокие позиции сайта в результатах поиска по релевантным запросам пользователей.

Особенностью образовательных центров, функционирующих при IT-компаниях, является возможность использования репутации и

бренда материнской компании для повышения привлекательности образовательных программ. В то же время важно подчеркнуть технологичность и инновационность образовательного процесса и маркетинга, например, применение персонализированных рассылок, автоматизации маркетинга и аналитики поведения пользователей [5].

Дополнительно был проведён анализ опыта продвижения образовательных центров ведущих IT-компаний (например, Yandex Practicum, EPAM Training Center). Было выявлено, что сочетание цифровых инструментов с мероприятиями, такими как хакатоны, конференции, митапы и партнёрства с университетами, даёт наилучшие результаты по привлечению целевой аудитории и укреплению HR-бренда компании [4].

Разработка эффективной концепции продвижения образовательного центра при IT-компании требует интегрированного подхода, сочетающего цифровой маркетинг, контент-стратегию и мероприятия с учётом особенностей аудитории и бренда компании. Наиболее эффективны каналы социальных сетей, таргетированная реклама и SEO. Также крайне важна интеграция образовательного продвижения с HR-стратегией, что усиливает привлекательность курсов и обеспечивает стабильный приток квалифицированных кадров в компанию.

ЛИТЕРАТУРА

1. ComboApp (Marketing Agency). Best Education Marketing Strategies in 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://comboapp.com/higher-education-marketing-agency/education-marketing-strategies>, свободный (дата обращения: 13.03.2025).
2. Advance Education. Parent & Student Survey 2024 Edition: Most Effective Digital Marketing Channels [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.advanceeducation.com/insights/parent-student-survey-2024-edition-the-student-most-effective-digital-marketing-channels/>, свободный (дата обращения: 13.03.2025).
3. Advance Education. Parent & Student Survey 2024 Edition: Most Effective Digital Marketing Channels [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.advanceeducation.com/insights/parent-student-survey-2024-edition-the-student-most-effective-digital-marketing-channels/>, свободный (дата обращения: 13.03.2025).
4. Краснова М.В. Инструменты продвижения коммерческих образовательных организаций / М.В. Краснова, Н.А. Мухин // Бизнес. Образование. Право. – 2022. – № 2 (59). – С. 16–21.
5. Долженко Р.А. Продвижение образовательных программ: новые практики / Р.А. Долженко, С.Б. Долженко // Университетское управление: практика и анализ. – 2023. – Т. 27, № 2. – С. 116–126.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ

С.М. Мадыхаримов, А.Н. Базкен,

Н. Мурзахметова, студенты каф. УИ

Научный руководитель М.Е. Антипин, доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.

г.Томск, ТУСУР, nuriya.muur05@mail.ru

Рассматривается разработка и реализация умного контейнера AutoFoodSaver, предназначенного для автоматического хранения продуктов с применением вакуумной технологии и системы контроля сроков годности. Анализируются принципы функционирования устройства, перечень необходимых аппаратных компонентов, программная часть, а также перспективы внедрения данного решения в быту и в сфере торговли.

Ключевые слова: умный контейнер, автоматическое хранение, вакуумное хранение, ESP32, контроль сроков годности, IoT, мониторинг продуктов, пищевые отходы, энергосбережение.

Одной из актуальных проблем современного общества является порча пищевых продуктов вследствие неправильного хранения, что приводит к экономическим потерям и увеличению объема пищевых отходов. Разработка AutoFoodSaver направлена на решение этой проблемы с помощью автоматизированного контроля условий хранения продуктов. Устройство обеспечивает создание вакуума внутри контейнера и ведет учет срока хранения, что позволяет продлить свежесть продуктов и повысить удобство их использования.

1. Функциональные возможности системы AutoFoodSaver.

Автоматическое вакуумирование – удаление воздуха для увеличения срока хранения продуктов.

Контроль уровня вакуума – мониторинг и поддержание герметичности контейнера.

Отслеживание сроков хранения – ведение таймера на основе реального времени.

Уведомления о сроке годности – оповещения через дисплей и мобильное приложение.

Синхронизация с мобильным устройством – передача данных через Bluetooth или Wi-Fi.

2. Аппаратная реализация (таблица).

3. Программная реализация.

Программная часть написана на C++ (Arduino), что обеспечивает оптимальное энергопотребление и надежность. Основные программные модули:

- 1) контроль вакуума – датчик давления регулирует работу насоса и клапана;
- 2) таймер хранения – используется RTC для отслеживания времени;
- 3) интерфейс вывода – отображение данных на LED-дисплее;
- 4) коммуникация – обмен данными через BLE/Wi-Fi;
- 5) система уведомлений – отправка сообщений в приложение и звуковые сигналы.

Ряд аппаратных компонентов для работы AutoFoodSaver

Компонент	Модель	Функция
Микроконтроллер	ESP32-WROOM-32	Управление всеми процессами
Аккумулятор	Li-ion 18650 (3.7V, 2500mAh)	Питание устройства
Контроллер питания	TP4056	Зарядка и защита аккумулятора
Вакуумный насос	YX801 (3V–6V)	Откачка воздуха
Соленоидный клапан	DC 12V Normally Closed	Поддержка вакуума
Датчик давления	BMP180 или MPX5700AP	Контроль уровня вакуума
Дисплей	TM1637 (4-разрядный LED)	Вывод данных
RTC-модуль	DS3231	Отслеживание времени
BLE/Wi-Fi модуль	Встроен в ESP32	Связь с приложением
Датчик открытия	Reed switch	Фиксирует открытие контейнера
Кнопки управления	Тактовые кнопки	Переключение режимов
Звуковой сигнал	Пьезоизлучатель	Уведомления

4. Принцип работы системы:

- 1) пользователь кладет продукт в контейнер и закрывает крышку;
- 2) включается вакуумный насос, откачивающий воздух;
- 3) датчик давления контролирует герметичность, и при достижении порога насос отключается;
- 4) время хранения фиксируется в rtc, а таймер отображается на дисплее;
- 5) при истечении срока хранения система уведомляет пользователя;
- 6) при открытии контейнера данные обновляются, и процесс повторяется.

5. Перспективы и возможности внедрения.

Разработка AutoFoodSaver имеет широкий спектр применения:

- 1) бытовое использование – удобное хранение продуктов дома;

- 2) рестораны и кафе – снижение потерь за счет контроля сроков;
- 3) магазины и супермаркеты – продление сроков хранения товаров;
- 4) медицинская сфера – хранение биологических материалов и лекарств.

Разработанная система AutoFoodSaver является инновационным решением для автоматического хранения продуктов. Благодаря вакуумной технологии и интеграции с мобильным устройством система позволяет продлить срок хранения, сократить пищевые отходы и упростить контроль запасов. Дальнейшие исследования направлены на оптимизацию энергопотребления, расширение функционала и создание серийного прототипа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Arduino Documentation [Электронный ресурс]: сайт Yandex. – URL: <https://docs.arduino.cc> (дата обращения: 10.03.2025).
2. Научные статьи по вакуумному хранению [Электронный ресурс]: сайт Yandex. – URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/47884/Primenenie_vakuuma_v_pishchevoj_promyshlennosti.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 10.03.2025).
3. Международные стандарты безопасности пищевых продуктов. [Электронный ресурс]: сайт Wikipedia. – URL.: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.378193a4-67d67f97-a8e3e45d-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/ISO_22000 (дата обращения: 09.03.2025).

УДК 629.127

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ РОБОТА ROV-BOT

Н.С. Поторцев, А.Д. Буряченко, студенты

Научный руководитель Ю.О. Лобода, доцент каф. УИ, к.пед.н.

Проект ГПО УИ-2402. Подводный робот

г. Томск, TUSUP, Marshalddk@gmail.com

Рассматриваются особенности конструкции и программного обеспечения подводного робота ROV-BOT, разработанного для образовательных и исследовательских целей. Описаны основные компоненты робота, его функциональные возможности, а также приведены примеры программного кода для управления устройством. Особое внимание уделено модификации робота и созданию системы контроля уровня жидкости в резервуаре для испытаний.

Ключевые слова: подводный робот ROV-BOT, управление, программирование, система контроля, датчики, модификация.

ROV (RemoteOperatedVehicle) представляют собой подводные аппараты, которые находят широкое применение в исследовании оке-

анов и подводной деятельности. Компания MUR (MicroUnderwater-Robotics) специализируется на разработке и производстве таких роботов, предлагая инновационные решения для повышения эффективности и безопасности подводных операций.

ElementaryROV – это образовательный подводный робот, предназначенный для обучения в области робототехники. Он предоставляет студентам и исследователям практическое понимание работы с подводными роботами, сенсорами, системами управления и взаимодействием с подводной средой. Робот имеет компактный и модульный дизайн, что облегчает его сборку и обслуживание. Он может быть оснащён камерами, датчиками для измерения параметров воды, а также манипуляторами для выполнения различных задач. Устройство предоставляет возможности как для ручного, так и автоматизированного управления, что позволяет пользователям освоить принципы работы подводных роботов и научиться программировать такие системы.

ElementaryROV предназначен для изучения основ конструирования подводных аппаратов, пайки контактов электроники и программирования микроконтроллеров. Этот робот является ценным инструментом для обучения и позволяет получить практический опыт работы с подводными технологиями.

Основные элементы [1]:

1. Двигатель подводный: MT140; масса на воздухе, кг: 0,04; габаритные размеры (длина × диаметр), м: 0,042×0,035; диапазон напряжений питания, В: от 9 до 12; максимальный ток потребления, А: 5; максимальная тяга, кгс: 0,2.

Назначение двигателей: набор включает в себя четыре двигателя, два из которых отвечают за перемещение в вертикальной плоскости, а два – в горизонтальной. В наборе для сборки ElementaryROV каждый двигатель находится в упаковке и подписан (правый и левый двигатель), а также имеют маркировку на своем корпусе. Правый и левый вертикальные двигатели могут устанавливаться произвольным образом. Горизонтальные двигатели устанавливаются справа и слева робота соответственно. К блоку бортового управления разъемы двигателей можно подключить в произвольном порядке. Однако стоит помнить, что стандартная прошивка пульта управления может отличаться от выбранного расположения.

2. Пульт управления: размеры (Д×Ш×В), мм: 146×90×42; совместимость с контроллером: ArduinoLeonardo; количество независимых кнопок, шт.: 7; количество осей управления, шт.: 2.

Arduino Leonardo – контроллер на базе ATmega32u4. Платформа имеет 20 цифровых входов/выходов (7 из которых могут использоваться как выходы ШИМ и 12 как аналоговые входы), кварцевый ге-

нератор 16 МГц, разъем микроUSB, силовой разъем, разъем ICSP и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB либо подать питание при помощи адаптера AC/DC или батареи.

В отличие от всех предыдущих плат ATmega32u4 имеет встроенную поддержку для USB-соединения, это позволяет задать, как Leonardo будет виден при подключении к компьютеру, это может быть клавиатура, мышь, виртуальный серийный / COM порт [2].

3. Блок бортового управления: размеры (Д×Ш×В), мм: 35×35×39; совместимость с контроллером: STM32F411; материал изготовления корпуса: PLA-пластик.

4. Держатель элементов питания: размеры (Д×Ш×В), мм: 76×61×20; материал изготовления корпуса: ABS пластик; тип элементов питания: 18 650; количество гнезд для элементов питания, шт.: 3.

5. Кабель-трос: количество проводов в кабеле, шт.: 3; сечение одного провода, мм²: 0,3; материал изготовления проводников: медь; материал изготовления изоляции: резина.

После окончания основной работы по сборке робота необходимо провести балластировку. Данная процедура необходима для достижения аппаратом в воде нейтральной плавучести (робот не всплывает и не тонет в толще воды) или небольшой положительной (робот медленно всплывает). Такое свойство обеспечивает максимальную маневренность и скорость аппарата при его перемещении в воде.

Набор ElementaryROV имеет в комплекте уже точно рассчитанные и вырезанные блоки плавучести, обеспечивающие положительную плавучесть аппарата в воде. Для того чтобы придать аппарату нейтральное положение, необходимо использовать балласт в виде винтов и гаек М6 из набора или иные тяжелые объекты, которые можно подобрать сами (например, можно использовать кусочки свинца). Стоит отметить, что в углах нижней пластины рамы аппарата расположены отверстия, которые рассчитаны для фиксации крепежа на М6, дающие возможность балластировать аппарат, изменяя количество винтов и гаек.

Опустив аппарат в воду, нужно проследить за результатом. При идеальной балластировке плоскость верхней пластины рамы робота (учитывая блоки плавучести) должна совпадать с уровнем воды или слегка выступать, а при его погружении аппарат должен находиться на одном уровне (не всплывать и не тонуть) или очень медленно всплывать.

Слеует обратить внимание, что блоки плавучести устанавливаются в верхней точке рамы, а балласт – в нижней. Таким образом, аппарат становится устойчивым, это исключает опрокидывание и излишнее раскачивание робота во время движения.

Кабель-трос также подвергается балластировке. Чтобы снизить влияние кабель-троса на подвижность аппарата, на кабель закрепляются маленькие блоки плавучести, имеющиеся в наборе. Для фиксации блоков рекомендуем использовать изоленту, а также закреплять их на расстоянии 20–40 см друг от друга.

Особенности программирования. Для корректной работы аппарата необходимо прошить микроконтроллер пульта управления на базе Arduino. Последняя версия прошивки находится в открытом доступе. Дополнительные настройки можно произвести при помощи редактирования кода на языке программирования C++.

Возможности настройки: настройка тяги моторов, управления с пульта, ограничение мощности моторов, сглаживание [3].

При отладке работы робота на стандартной прошивке выполняемые действия должны совпадать с командами: всплытие – кнопка вверх, погружение – кнопка вниз, вперед – наклонение стика от себя, назад – наклонение стика на себя, поворот влево – наклонение стика влево, поворот право – наклонение стика вправо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Центр робототехники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robocenter.net/goods/kit/elementaryrovnew/>, свободный (дата обращения: 13.03.2025).
2. Официальный сайт компании Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardLeonardo>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).
3. Руководство пользователя ROV-BOT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki.murproject.com/ru/ElementaryROV/elrov-code>, свободный (дата обращения: 13.03.2025).

УДК 629.584

БИОВДОХНОВЛЕННЫЙ РОБОТ ГЕКСАПОД И КОЛЛЕКТИВНАЯ РОБОТОТЕХНИКА

*Д.П. Долгополов, Л.К. Чаплинский, студенты каф. КСУП
Научный руководитель Ю.О. Лобода, к.т.н., доцент каф. УИ
Проект ГПО УИ2402. Управление автономным
подводным аппаратом
г. Томск, ТУСУР, dolgopolovdanil41@gmail.com*

Изучено моделирование и конструирование биовдохновленных роботов и их использование в коллективной робототехнике.

Ключевые слова: гексапод, коллективная робототехника, обратная кинематика, инверсная кинематика.

Биовдохновленная робототехника – это междисциплинарная область науки и техники, занимающаяся разработкой роботов и роботизированных систем на подобию живых существ. Это направление стремится оптимизировать, автоматизировать выполнение различных задач для облегчения трудовой деятельности человека. Для выполнения данной цели нужно создать роботизированную единицу, которая способна справиться с поставленными перед ней задачами, а также создать социальную систему, алгоритм для полной автоматизации всех процессов. Коллективная робототехника решает проблему эффективности робота, слаженная работа в команде способна увеличить производительность на одну роботизированную единицу.

На данный момент гексаподы разных форм применяют: в форме платформы – в медицине [1], крабоподобный – в космосе [2], в виде манипуляторов – в промышленности [3].

Крабоподобные гексаподы могут применяться в космической отрасли как роботизированные научные станции для изучения космических объектов со сложным рельефом. Также их можно использовать для работ на морском дне для исследовательских и поисково-спасательных работ.

На данный момент реализованные проекты крабоподобных роботов представлены проектами: Crabster CR200 [4], робот Nasa для проведения точных испытаний роботизированных операций по обслуживанию спутников [2].

Чтобы сконструировать робота, способного выполнить сложный паттерн задач и скооперироваться с другими роботами, нужно понимать их способ передвижения. Основными особенностями этого типа робота являются: 3 пары ног для передвижения по поверхности. Эти ноги правильно перемещаются в пространстве за счёт использования математической модели инверсной кинематики. Также надо использовать разные алгоритмы движения для разных задач, такие как wave gait, ripple gait, tripod gait [5], tetrapod gait [6].

Для конструирования робота стоит рассмотреть материалы изготовления корпуса робота. Для этого подходят следующие материалы: алюминий, кевлар, резина, биопластик, нержавеющая сталь [7].

Также необходимо подобрать герметики для соединения деталей корпуса и других частей подводного робота. Для этого подходят следующие виды герметиков: полиуретановые, нейтральные универсальные, кислотные.

Для удобства написания ПО робота можно рассмотреть ROS (robotic operating system) [8]. Также можно рассмотреть разработку ПО без использования сторонних ресурсов, например, на базе платформы, представленной разработчиком (например, Arduino IDE [9]).

Для небольшой модели гексапода будет достаточно 18 сервоприводов, raspberry PI 4 или её аналоги, блютуз и радиомодули, аккумулятор Li-ion на 10 000 мА·ч, 6 датчиков касания, лидар, ШИМ-контроллер, гироскоп и акселерометр.

Также для робота актуальна тема коллективной робототехники.

В основе лежит теория многоагентных систем. Многоагентные системы (МАС) – практическая модель для реализации групповой робототехники [10]. МАС могут быть централизованными и децентрализованными. Одним из примеров реализации МАС могут послужить следующие методы. Роевые, пчелиные и муравьиные алгоритмы – социальная модель организации субъектов.

Эволюционный метод – модель социального развития робота путём эволюции.

В заключение были рассмотрены аналоги существующих гексаподов, ПО, особенности движения гексаподов, материалы изготовления роботов, возможности коллективной робототехники.

На данный момент имеется мало гексаподов, и они между собой не конкурируют и почти не имеют аналогов в своих профильных отраслях. Для написания ПО нужно рассматривать каждый индивидуальный случай. Для небольших моделей наземных роботов, подойдут разного рода пластики. Для больших моделей лучше использовать кевлар и металлы, такие как алюминий, нержавеющая сталь. Также стоит учесть совместимость материалов и герметиков для роботов, использующихся под водой. Для некоторых случаев будет полезна коллективная робототехника, так как при использовании её алгоритмов может увеличиться производительность на одну роботизированную единицу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт производственной и исследовательской компании «PI» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pi-usa.us/en/news-events/hexapod-for-spine-surgery-surgical-robot-computer-aided-surgery/>, открытый (дата обращения: 24.02.2025).
2. Официальный сайт NASA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://svs.gsfc.nasa.gov/12993/>, открытый (дата обращения: 24.02.2025).
3. Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://technet-nti.ru/article/mnogofunkcionalnye-promyshlennyye-manipulyatory-hexapod>, открытый (дата обращения: 24.02.2025).
4. Российский научно-популярный Techinsider [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.techinsider.ru/weapon/267312-podlodka-dnya-crabster-cr200-subarina-krab/?ysclid=m7j7fn7pc7907756048>, открытый (дата обращения: 24.02.2025).
5. Marek Zak. Design Construction and Control of Hexapod Walking Robot. – Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií. – Brno, Česká republika, 2015. – 8 p.

6. A Novel Double-Layered Central Pattern Generator-Based Motion Controller for the Hexapod Robot / Ying Zhang, Guifang Qiao, Qi Wan, Lei Tian, Di Liu // Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 26 January 2023. – 16 p.

7. Сайт «EVS ROBOTICS» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.evsint.com/ru/materials-to-build-a-robot/>, открыты (дата обращения: 25.02.2025).

8. Сайт: Разработка ROS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ros.org/>, открытый (дата обращения: 25.02.2025).

9. Сайт: Разработка Arduino IDE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/software/>, открытый (дата обращения: 25.02.2025).

10. Hong Zhang. Cooperative Decision-Making in Decentralized Multiple-Robot Systems: The Best-of-N Problem. – University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada. May 2009. – 13 p.

УДК 004.891.2

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ЛОЯЛЬНОСТЬЮ КЛИЕНТОВ В РОССИЙСКИХ ФИНТЕХ-КОМПАНИЯХ

А.К. Ершова, студентка каф. УИ

г. Томск, ТУСУР, anastasya.ershova2001@yandex.ru

Рассматриваются современные подходы к управлению лояльностью клиентов в российских финтех-компаниях. Анализируются ключевые бизнес-процессы, влияющие на формирование и удержание клиентской базы, включая персонализацию сервисов, использование больших данных и машинного обучения. Проведен сравнительный анализ стратегий управления лояльностью в различных российских финтех-компаниях, рассмотрены примеры успешных программ, проанализированы ключевые метрики эффективности. Обоснована необходимость интеграции передовых технологий обработки данных и предложены направления оптимизации бизнес-процессов.

Ключевые слова: управление лояльностью, финтех-компания, метрики эффективности.

Финансово-технические компании (финтех) становятся ключевыми игроками на российском рынке финансовых услуг, конкурируя не только между собой, но и с традиционными банковскими учреждениями. Основным драйвером развития компаний является цифровизация, позволяющая внедрять новые сервисы, автоматизировать процессы и персонализировать взаимодействие с клиентами. В условиях высокой конкуренции одним из главных факторов устойчивого роста становится эффективное управление лояльностью клиентов [1].

Лояльность клиентов в финтехе определяется их доверием к компании, удовлетворенностью ее услугами, а также вероятностью дальнейшего взаимодействия [2]. Согласно исследованию Российской ассоциации финтеха за 2022 г., 78% клиентов российских финтех-компаний готовы рекомендовать их услуги при наличии удобного интерфейса, гибкой системы бонусов и персонализированного сервиса. Более 60% пользователей покидают сервис, если испытывают сложности в его использовании или сталкиваются с проблемами поддержки.

Формирование лояльности в финтехе требует комплексного подхода, включающего глубокую аналитику пользовательского поведения, применение технологий машинного обучения для персонализации предложений, а также интеграцию программ поощрения и бонусных механик. На данной работе проводится анализ ключевых бизнес-процессов управления лояльностью клиентов в российских финтех-компаниях и предлагаются методы их оптимизации.

Для выявления ключевых факторов, влияющих на уровень лояльности клиентов, проведен обзор существующих практик в российских финтех-компаниях, а также анализ эффективности применяемых алгоритмов персонализации.

В российских финтех-компаниях управление лояльностью строится на трех ключевых процессах:

- Сбор и анализ данных о клиенте – включает мониторинг транзакций, оценку пользовательского поведения, анализ предпочтений и уровня вовлеченности [3, 4].
- Сегментация и персонализация предложений – на основе алгоритмов машинного обучения клиенты разделяются на группы, а программы лояльности адаптируются под их потребности [5].
- Мониторинг эффективности и коррекция стратегий – постоянный анализ ключевых показателей позволяет оперативно изменять механики удержания.

Т-Банк (ранее Тинькофф) использует алгоритмы предсказательной аналитики для персонализации кэшбэков и рекомендаций финансовых продуктов. По данным компании, этот подход позволил увеличить клиентов на 30% за два года.

Сбербанк реализует экосистемный подход, предлагая кросс-сервисные бонусы (например, «Спасибо от Сбербанка») интегрировано с маркетплейсом СберМегаМаркет и сервисами подписок. Это увеличило коэффициент удержания пользователей. ЮMoney применяет геймификацию в бонусной программе, что позволило снизить Churn Rate среди пользователей дебетовых карт на 20%).

Объединение CRM-систем, платформ машинного обучения и каналов коммуникации в единую экосистему позволит снизить время реакции на изменения пользовательских предпочтений и повысить точность персонализированных предложений. К примеру, в Альфа-Банке внедрение единой системы аналитики клиентского опыта сократило время адаптации предложений с 14 до 3 дней, что повысило NPS на 12 пунктов.

Геймификация повышает вовлеченность пользователей и снижает вероятность оттока. Использование уровневых программ, балльных накоплений и соревновательных увеличивает взаимодействие клиентов с сервисом [6]. В Qiwi Bank внедрение игрового интерфейса в системе поощрений увеличило среднее время использования мобильного приложения на 17% [7].

Методы машинного обучения позволяют прогнозировать вероятность ухода клиента, автоматически подбирая наиболее эффективные механизмы удержания. ВТБ применил предсказательные модели для снижения оттока клиентов премиального сегмента на 23% за год.

В рамках оценки эффективности программ лояльности было выявлено, что использование аналитических панелей (BI-решения) и регулярное проведение А/В-тестирования позволяет корректировать стратегии лояльности в зависимости от полученных данных. Так, в Сбербанке А/В-тестирование различных вариантов кэшбэк-программ выявило оптимальную модель, обеспечивающую на 18% больше повторных покупок.

Заключение. Оптимизация бизнес-процессов управления лояльностью в российских финтех-компаниях требует комплексного подхода, включающего использование алгоритмов машинного обучения и персонализацию взаимодействия с клиентами. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку более совершенных методов предсказательной аналитики, а также изучение влияния различных факторов на долгосрочную лояльность клиентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В.И. Управление лояльностью клиентов в банковском секторе: современные подходы и технологии / В.И. Андреев, Н.С. Петрова. – М.: Финансы и статистика, 2020. – 256 с.
2. Борисов А.Н. Финтех в России: тенденции и перспективы развития / А.Н. Борисов, Е.В. Сидорова // Вестник финансовых исследований. – 2021. – № 3. – С. 45–58.
3. Громов М.С. Персонализация услуг в финтех-компаниях: влияние на лояльность клиентов // Журнал цифровой экономики. – 2022. – Т. 4, № 1. – С. 112–125.

4. Дмитриев П.Л. Использование больших данных для повышения клиентской лояльности в финтехе / П.Л. Дмитриев, А.К. Иванова // Информационные технологии и аналитика. – 2020. – № 2. – С. 78–89.

5. Ефимова Т.В. Машинное обучение в управлении лояльностью клиентов финтех-компаний // Финансовые технологии. – 2021. – № 5. – С. 34–47.

6. Жуков Р.А. Оптимизация бизнес-процессов в финтех-компаниях: методы и инструменты. – СПб.: Питер, 2019. – 320 с.

7. Ильин Д.В. Программы лояльности в цифровой экономике: опыт российских финтех-компаний / Д.В. Ильин, М.Ю. Соколова // Маркетинг и аналитика. – 2022. – № 7. – С. 59–72.

УДК 65.018.2

УЛУЧШЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ЧЕРЕЗ УПРАВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВИЯМИ

А.А. Филимонцева, студентка каф. УИ

Научный руководитель М.Н. Янушевская, доцент каф. УИ, к.пед.н.

г. Томск, ТУСУР, alyssa403@mail.ru

Отклонения от установленных требований в производственной деятельности могут иметь различные факторы, например, отклонения могут быть связаны с внутренними стандартами предприятия или с внешними нормативно-правовыми актами, которые регламентируют данную среду предприятия.

Ключевые слова: управление несоответствующей продукцией, качество продукции, анализ, корректирующие действия, предупреждающие действия.

Целью управления несоответствующей продукцией как раз является предотвращение непреднамеренной поставки потребителю, несоответствующей требованиям продукции.

Для недопущения повторения нарушений в работе и в будущем на предприятии необходимо управлять несоответствиями. Предприятия любого размера должны активно выявлять и управлять этими несоответствиями.

Процесс управления несоответствиями позволяет добиться следующих факторов:

- обеспечение качества продукции и услуг;
- улучшение производственных процессов;
- соответствие стандартам и требованиям;
- предотвращение потерь;
- контроль над процессами.

В статье будет рассмотрено управление несоответствующей продукцией на основе научно-производственного предприятия «Радар ммс».

АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс» – один из лидеров в области создания радиоэлектронных систем и комплексов, точного приборостроения, программного обеспечения.

Предприятие осуществляет полный цикл научно-производственной деятельности: исследование, разработка, производство, испытание, сбыт, сопровождение в эксплуатации. Предприятие располагает собственной испытательной базой с комплексом моделирования и испытаний, которая полностью обеспечивает нужды предприятия при разработке, тестировании и выпуске продукции [2].

Определение несоответствующей продукции происходит непосредственно в момент проверки продукции, при обнаружении несоответствия оформляется акт исследования. Во время этапов входного контроля, производства и испытания несоответствия регистрируются листами несоответствий.

Если несоответствующая продукция была обнаружена потребителем, то она подлежит ремонту либо замене в соответствии с условиями договора на поставку.

После исправления продукция подвергается повторной проверке, чтобы подтвердить её соответствие установленным требованиям. Продукция, которая не подлежит исправлению, ремонту или доработке, подлежит утилизации в изолятор брака, при этом продукция должна иметь заметную или неудаляемую маркировку.

На предприятии есть несколько стандартов, которые регламентируют управление несоответствующей продукцией: руководство по качеству, управление несоответствующими результатами процессов и управление несоответствующей продукцией, а также различные стандарты, которые регламентируют работу с несоответствующей продукцией: порядок сбора и анализа статистических данных по качеству продукции, корректирующие действия.

В стандарте по управлению несоответствующей продукцией представлена блок-схема процедуры «Управление несоответствующей продукцией», которая в данной статье представлена в виде BPMN-диаграммы.

BPMN-диаграмма наглядно представляет весь цикл обработки отклонений от норм несоответствующей продукции. В ней представлены участники процесса: контроллер ОТК, инженер по качеству, главный инженер, подразделения предприятия и комиссии, а также представлены действия каждого из участников процесса. Между действиями участников есть документы, которые оформляют данные участники. Эти документы представляют в виде отчетов и прилагают к проверяемой продукции для комиссии. Комиссия на основе этих документов принимает решение о качестве продукции и дальнейших действиях с этой продукцией.

Для процесса управления этой продукцией BPMN-диаграмма представлена на рис. 1.

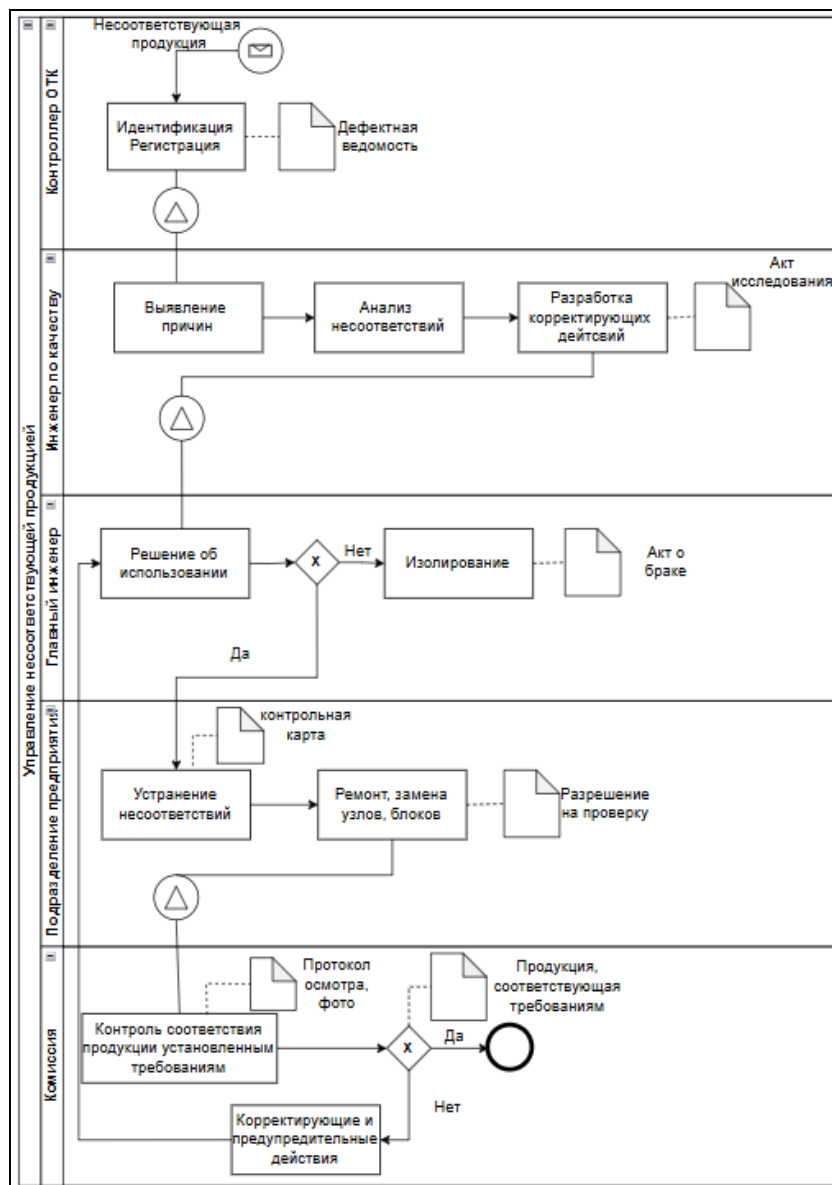


Рис. 1. BPMN-диаграмма для управления несоответствующей продукцией

Через управление несоответствиями можно улучшить производительность предприятия, так как управление несоответствиями открывает перспективы для повышения эффективности работы предприятий. Применение постоянного анализа позволяет выявлять слабые места и внедрять корректирующие действия для предотвращения несоответствующей продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. О компании – АО «НПП «Радар ммс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://radar-mms.com/company/>, свободный (дата обращения: 10.03.2025).

УДК 006.85

РЕГЛАМЕНТАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА «ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ООО «ПБЭ» С ВУЗАМИ РФ: СОГЛАСОВАНИЕ И ПОДПИСАНИЕ ДОГОВОРА О СОТРУДНИЧЕСТВЕ»

В. Гуртовенко, студент

*Научный руководитель М.Н. Янушевская, доцент каф. УИ, к.пед.н.
г. Томск, ТУСУР, vikisa_2004@mail.ru*

Анализируются проблемы и перспективы регламентации бизнес-процессов в организации, продвигающей на рынок инновационный IT-продукт. В компании внедрена система менеджмента качества, что направляет организацию к постоянному улучшению бизнес-процессов. Итогом исследовательской работы стал проект регламента по взаимодействию специалистов организации с вузами РФ.

Ключевые слова: регламентация, совершенствование, процесс, конкурентоспособность, развитие.

В настоящее время много российских компаний имеют проблемы, связанные с вопросами управления и эффективности бизнес-процессов [1]. Регламентация бизнес-процессов является одним из ключевых способов обеспечить непрерывную работу процессов, а также избежать современным компаниям нарушений в управлении бизнес-процессами и неэффективного распределения ресурсов, обеспечивая тем самым возможность успешного развития предприятия и поддержания его конкурентоспособности, повышения качества продукции.

Важно отметить, что регламентация на предприятии устанавливает четкую структуру управления процессами и ресурсами, требуемыми для их выполнения. В свою очередь, соблюдение четкой после-

довательности всех бизнес-операций, прописанных в документе под названием «регламент», приводит к соблюдению технологии процесса, а это позволяет не допустить роста затрат, увеличения длительности выполнения процессов, роста числа дефектов, ошибок и несоответствий.

Международный стандарт ISO 9001:2015 по построению и внедрению системы менеджмента качества (СМК) требует использования процессного подхода, что позволяет организации планировать свои процессы и их взаимодействие [2]. Исходя из этого, при наличии или планировании внедрения системы менеджмента качества организации необходимо разработать систему процессного управления. При этом для обеспечения её результативной работы ключевую роль играет регламентация процессов.

Объектом исследования в данной работе является общество с ограниченной ответственностью «Производственная безопасность и экология» (краткое наименование: ООО «ПБЭ»), расположенное в г. Томске. Данная компания является дочерним предприятием ИСКСУ и имеет статус официального партнера-разработчика программного обеспечения фирмы «ISC». ООО «ПБЭ» специализируется на разработке программных продуктов и консалтинге в области производственной безопасности, а также занимается автоматизацией бизнес-процессов по производственной безопасности (охрана труда, пожарная безопасность, промышленная безопасность) и охране окружающей среды, на базе разработанных совместно с фирмой «ISC» решений линейки «ISC: Производственная безопасность».

Предметом исследования является регламентация процесса «Взаимодействие ООО «ПБЭ» с вузами РФ: согласование и подписание договора о сотрудничестве», которая может повлиять на показатели и стабильность выполнения процесса. В организации активно развивается направление взаимодействия с вузами РФ, где ООО «ПБЭ» предлагает вузам сотрудничество и программные продукты «ISC: Производственная безопасность», которые позволяют студентам виртуально погрузиться в производственные задачи и процессы, потренироваться работать с автоматизированным рабочим местом эколога, специалиста по охране труда, специалиста по промышленной безопасности.

Руководство ООО «ПБЭ» заинтересовано в регламентации процесса «Взаимодействие ООО «ПБЭ» с вузами РФ: согласование и подписание договора о сотрудничестве», поскольку только после реализации процесса «Взаимодействие ООО «ПБЭ» с вузами РФ: согласование и подписание договора о сотрудничестве» начинается официальное взаимодействие вуза с ООО «ПБЭ».

Поскольку в компании внедрена система менеджмента качества, то в ходе работы по регламентации процесса был изучен стандарт ISO 9001:2015, проанализированы формы документов по регламентации, проанализированы и изучены существующие процессы в организации. По итогам изучения и анализа процесса «Взаимодействие ООО «ПБЭ» с вузами РФ: согласование и подписание договора о сотрудничестве» был разработан регламент на процесс, состоящий из восьми основных разделов, выделены исполнители, ответственные и их роли, разработана матрица ответственности, выделены входы и выходы процесса, определены показатели результативности и выделены риски процесса (рис. 1).

Оглавление

1. Общие положения	4
1.1. Область применения и назначение	4
1.2. Владелец процесса	4
1.3. Начало выполнения процесса	4
1.4. Результат процесса	4
1.5. Показатели результативности процесса	5
2. Перечень терминов и сокращений	6
3. Нормативные ссылки	7
3.1. Нормативные документы внешнего происхождения	7
3.2. Внутренние нормативные документы	7
4. Описание процесса	7
4.1. Описание этапов процесса «Взаимодействие ООО «ПБЭ» с вузами РФ: Согласование и подписание договора о сотрудничестве»	7
5. Участники процесса и их ответственность	9
5.1. Состав участников, их должности, роли, обеспечивающие реализацию бизнес-процесса	9
5.2. Матрица ответственности	10
6. Выполнение процесса	11
6.1. Входы, выходы, исполнители процесса	11
7. Диаграмма процесса	15
8. Управление рисками	16

Рис. 1. Оглавление регламента на процесс

Началом выполнения процесса является наступление событий: найдена подходящая кафедра, клиент в лице учебного заведения (кафедры), проявивший интерес на взаимодействие.

Результатом процесса является подписанный обеими сторонами сублицензионный договор на приобретение академической версии ППУ ООО «ПБЭ», платежное поручение, подготовленная поставка к передаче.

Владельцем процесса в ООО «ПБЭ» является специалист по вузам.

В заключение можно отметить, что знание и выполнение требований регламента обеспечит правильную последовательность действий в рамках процесса, что, в свою очередь, приведет к рациональному использованию бюджетных средств и снижению количества ошибок и неточностей в работе компании. Кроме того, ознакомление с регламентом новыми сотрудниками или сотрудниками других подразделений позволит им быстро понять задачи, структуру процесса, роли ответственных лиц и оперативно интегрироваться в его реализацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Описание и регламентация бизнес-процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cfin.ru/itm/bpr/key_realize.shtml, свободный (дата обращения: 09.03.2025).

2. Бузов П.А., Жихарев А.Г., Маторин С.И. Разработка регламента процессов СМК с использованием системно-объектного подхода / П.А. Бузов, А.Г. Жихарев, С.И. Маторин // Экономика. Информатика. – 2024. – № 1 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-reglamenta-protsessov-smk-s-ispolzovaniem-sistemno-obektnogo-podhoda> (дата обращения: 10.03.2025).

3. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 32 с.

УДК 338.5

ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА РЫНКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

*С.А. Механошина, Е.С. Карцев, студенты каф. УИ
Научный руководитель Е.П. Губин, доцент каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, mehanoshina2000@gmail.com*

Рассматриваются важность анализа рынка измерительных приборов и основные проблемы, возникающие при исследовании рынка.

Ключевые слова: анализ, рынок, измерительные приборы, продукт, конкурент.

Анализ рынка позволяет бизнесу определить, что лучше всего продавать, при помощи каких каналов и для какой целевой аудитории,

чтобы быстрее начать зарабатывать. Исследование обычно проводят перед запуском продукта. Но иногда и для уже существующего бизнеса, который хочет выйти из кризиса или увеличить выручку [1]. Исследование рынка является особенно важным этапом при выпуске новой продукции, поскольку он значительно снижает коммерческие риски и существенно повышает конкурентоспособность продукта. Рассмотрим основные факторы важности такого исследования.

1. Исследования помогут быть в курсе технологических достижений и тенденций рынка, так как большинство отраслей радиотехники и связи относится к быстрорастущим из-за большого спроса, а изучение потребностей пользователей помогает в выборе наиболее востребованных функций и свойств.

2. Анализ конкурентной среды помогает определить, какие особенности могут стать уникальным торговым предложением (УТП) нового продукта.

3. Результаты исследований помогают адаптировать продукт под реальные требования рынка. В то же время изучение целевой аудитории и её ожиданий позволяет выстроить коммуникацию, определить каналы продвижения и установить оптимальные цены на продукцию.

4. Анализ рынка обеспечивает возможность прогнозирования продаж, а также возможные риски, с которыми можно столкнуться во время внедрения на рынок нового продукта. Более полное представление рынка может снизить вероятность провала проекта и принимать решения об инвестициях в гораздо лучшем масштабе.

При проведении анализа рынка измерительных приборов возникают проблемы, которые оказывают влияние на точность прогноза, стратегическое планирование и оценку конкурентов. Рассмотрим основные трудности в аналитике данного рынка.

1. Недоступность или ограниченность данных, так как многие производители не публикуют отчёты о результатах деятельности. Кроме того, на большинстве сайтов поставщиков электронного оборудования отсутствует информация о ценах и предоставляется только по запросу, что значительно замедляет анализ, так как на ответ, как правило, требуется около двух рабочих дней. Существуют готовые исследования рынка, однако они платные и достаточно дорогостоящие, что делает эту информацию недоступной для широкого круга лиц.

2. Большие технологические различия. Рынок измерительных приборов включает в себя разные категории приборов: измерители мощности, генераторы сигналов, векторные анализаторы цепей, анализаторы спектра и т.д. Все они требуют отдельного анализа, так как некорректно сравнивать их между собой: выводы, справедливые для

рынка генераторов сигнала, могут оказаться совсем неподходящими к рынку измерителей мощности. В рамках одной категории приборов также может существовать несколько отдельных сегментов, например, анализаторы спектра бывают портативные, настольные и отдельные модули. В данном случае для каждого сегмента будет своя область использования и конкуренты также будут отличаться.

3. Высокая конкуренция и влияние крупных компаний – лидеры рынка (Keysight, Rohde & Schwarz, Anritsu и др.) обладают значительными ресурсами для влияния на ценообразование и рыночные тенденции. Доминирование таких крупных компаний затрудняет выход новых игроков. В то же время довольно тяжело оценивать объёмы продаж и конкуренцию в сравнении с ними, так как это зарубежные компании, и в большинстве своём сравнение строится на российских компаниях, которые перепродают их товары.

4. Импортозависимость и геополитические факторы: санкции, торговые ограничения и нестабильность международных поставок создают неопределенность для производителей и потребителей. Проблемы с импортом компонентов и сырья могут сдвигать сроки производства и повышать себестоимость.

5. Разные сегменты: телекоммуникация, оборонная промышленность, наука, производство – предъявляют специфические требования к приборам, усложняя анализ общего рынка. Влияние госзаказов и регулируемых отраслей (военная техника, авиация) делает прогнозирование нестабильным.

6. Измерительные устройства являются долгосрочными инвестициями, обладая достаточно долгим жизненным циклом. Поэтому потребность в частой замене или обновлении не так уж и срочна по сравнению с другими сегментами оборудования.

Исследование рынка средств измерений следует рассматривать комплексно с точки зрения технологической, экономической и геополитической составляющих. Другими подходами, которые следует применять для получения объективной информации, являются конкурентный анализ, изучение потребительских предпочтений, динамики изменений в нормативно-правовой среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. UNISENDER. Словарь маркетолога. Анализ рынка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unisender.com/ru/glossary/chto-takoe-analiz-rynka-vidy-i-metody/>, свободный (дата обращения: 10.03.2025).

**ЭКОНОМИКА ТРУДА:
КОНЦЕПЦИИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ**
А.Е. Алибаев, Д.А. Кондратов, Д.А. Колядов, студенты каф. УИ
Научный руководитель Е.П. Губин, доцент каф. УИ
Проект ГПО УИ ИИ-1420. Организационное проектирование
бизнес-моделей инновационных систем
г. Томск, ТУСУР, alibekalibaev22@gmail.com

Рассматриваются ключевые аспекты экономики труда, которая изучает механизмы рынка труда, включая спрос, предложение, занятость и уровни заработной платы. Рассматриваются основные теоретические подходы к экономике труда, влияние технического прогресса на занятость и современные тенденции в организации труда.

Ключевые слова: экономика труда, рынок труда, производительность труда.

Экономика труда является одной из важнейших отраслей экономической науки, предполагающая изучение механизмов функционирования рынка труда, изучаются вопросы стоимости рабочей силы на рынке труда, закономерность занятости и безработицы.

Существует ряд концепций и теоретических подходов к объяснению функционирования рынка труда, далее будут рассмотрены основные концепции.

Классическую теорию функционирования рынка развивали такие экономисты, как А. Смит, Д. Риккардо, Д. Кларк и др. Ключевыми характеристиками рыночной экономики по мнению представителей классической концепции, являлись полная занятость населения и невмешательство государства в проходящие экономические процессы. Согласно данной концепции, рынок труда, как и другие рынки, функционирует на основе ценового равновесия, где главным регулирующим фактором выступает заработная плата. Уровень заработной платы изменяется в зависимости от рыночных условий: растет при повышении спроса и снижается при его падении [1].

Неоклассическая теория функционирования рынка: данную теорию развивали Дж. Хикс, М. Фридман, И. Фишер и другие представители. В основе данной теории лежит представление о рынке труда как о саморегулирующейся системе, где заработная плата и уровень занятости определяются взаимодействием спроса и предложения. Заработная плата гибкая, адаптируется согласно рыночным условиям. В отличие от классической теории данный подход признает безработицу, рассматривая подобное как временное явление, вызванное поиском работы или переходом работников между разными секторами экономики [2].

Кейнсианская теория рынка труда: разработана Дж. М. Кейнсом, оспаривает представления о саморегулируемости рынка и его способности автоматически достигать полной занятости населения. Сторонники данной теории утверждают, что в отличие от классической или неоклассической концепции экономика не всегда достигает равновесия, а безработица может сохраняться длительное время из-за недостаточного спроса. В своей теории Кейнс полагал, что заработная плата не снижается даже при избытке рабочей силы, поскольку профсоюзы и работники сопротивляются [3].

Марксистская теория рынка труда, сформулированная Карлом Марксом во второй половине XIX в., была основана на представлении о двойственной природе труда и его роли в капиталистической системе. В понимании К. Маркса, труд делится на конкретный и абстрактный. Конкретный труд характеризуется определёнными навыками, поставленными целями и организацией, создающей их потребительскую стоимость. Абстрактный труд определяется общими затратами человеческой энергии, как физической, так и умственной, и формирует стоимость товара. Основываясь на данном подходе, Маркс сформировал теорию прибавочной стоимости, согласно ей, рабочая сила является товаром, создающим стоимость, превышающую его собственную [4]. Структура капиталистического общества строится на противостоянии двух классов: капиталистов, владеющих средствами производства, и пролетариев, не имеющих собственности, вынужденных продавать свою рабочую силу. Данное противоречие заложено в природе капитализма и неизбежно ведет к социальным конфликтам и классовой борьбе.

Экономические школы имеют кардинально разные взгляды на функционирование рынка труда, однако последние десятилетия экономика труда претерпевает значительные изменения под влиянием технологических, социальных и экономических факторов. Развитие цифровых технологий, изменения в структуре занятости и новые социально-экономические вызовы формируют современные тенденции рынка труда.

Современные технологии изменяют структуру занятости, такие технологии, как автоматизированные системы управления, машинное обучение, роботизация, искусственный интеллект, способны повысить производительность труда, но и при этом способны снизить потребность в десятках профессий. Автоматизация производства приводит к снижению доли низкоквалифицированного труда, предприятия, внедряя станки, оборудованные числовым программным управлением, и промышленную роботехнику, сокращают число рабочих мест, но и создают спрос на специалистов по программированию, обслуживанию и внедрению технологий.

Современный рынок труда ориентируется на гибкость, что приводит к росту гиг-экономики. Гиг-экономика – крупная, перспективная, при этом неконтролируемая и нерегулируемая сфера глобальной экономики, возникшая в условиях становления цифрового общества и технологии, представляя собой экономические отношения, осуществляемые на интернет-платформах [5]. Фриланс и самозанятость становятся популярным явлением в сферах IT, дизайна, консалтинга и маркетинга, позволяя специалистам работать на глобальном рынке, краткосрочные контракты и проектные работы дают свободу работникам, однако снижают социальные гарантии ввиду отсутствия оплачиваемых отпусков и пенсионных начислений.

В условиях глобализации и интенсивного развития технологий изменяются квалификационные требования к работникам, повышается спрос на навыки программирования, анализа данных, становятся ключевыми компетенции для сотрудников, в сфере финансов и маркетинге специалисты также должны владеть цифровыми инструментами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бартенев С.А. История экономических учений: учеб. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Магистр: Инфра-М, 2013. – 480 с.
2. Ковалев В.В. Становление неоклассической теории финансов // Вестник Санкт-Петербургского ун-та. – 2005. – № 8.
3. Сонников В.И. Кейнсианская экономическая теория // Актуальные вопросы экономических наук. – 2014.
4. Гишкаева Л.Л. К. Маркс и теория прибавочной стоимости / Л.Л. Гишкаева, М.Н. Амбукаева // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2021. – № 12-1.
5. Янченко Е.В. Гиг-экономика: риски, прекаризации занятости // Экономика труда. – 2022. – № 5.

УДК 519.682.1

РАЗРАБОТКА НОВОГО ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ КАК РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ ТИПОВ

***К.Р. Лукашев, Г.Д. Крылов, М.С. Мазур, студенты каф. АСУ
Научный руководитель В.В. Романенко, зав. каф. АСУ, к.т.н.
Проект ГПО АСУ-2501. Компилятор на основе запросов FSICC
для функционального языка***

г. Томск, ТУСУР, kirill.lukashev.sic@gmail.com

Языки программирования не являются статичными объектами, не совершающими внутреннего развития. Они являются представлением некой идеи, позволяющей более продуктивно создавать корпоративные программы. В ретроспективе развития языков программи-

рования прослеживается всё большее преобладание функциональной парадигмы и статического анализа кода посредством наличия продвинутой системы типов. Последние открытия в области теории типов нуждаются в их проверке на практическую применимость в языках программирования общего назначения. Учитывая историческую сложность внесения новых изменений в существующие языки, данные теории удобнее всего проверяются посредством их реализации в новом языке программирования.

Ключевые слова: развитие языков программирования, системы типов, вывод типов.

Существующие языки программирования были когда-то созданы. Если рассматривать историю развития языков программирования общего назначения, можно проследить обстоятельство влияния некоторой теоретической идеи, её развития в научном сообществе, проверки в одном языке программирования, а затем распространения в промышленно-используемые языки.

Так развивалось большинство современных языков программирования.

Язык С был создан как развитие идей, заложенных в его предшественниках В, BCPL, CPL – «близость к машине», ориентированность на системное программирование и описание программы как последовательности процедур [1].

Языки, реализующие парадигму ООП, родились как развитие идей, заложенных в Simula [2] и Smalltalk [3], причём ООП в них было реализовано в несколько иной форме, чем это обычно понимается [4]. Данное обстоятельство объясняется тем, что обычно реализация некой теории для её подтверждения отличается от промышленного применения этой теории.

Особый интерес может представлять развитие функциональных языков LISP, ML и Miranda, подготовивших почву для развития идей функционального программирования. Эти идеи – каррирование функций, неизменяемость данных, вывод типов – нашли своё применение в промышленных языках OCaml, F#, Haskell.

Функциональные языки потребовали более выразительного описания их систем типов, чем подстегнули развитие их теории [5].

Продвинутые системы типов позволяют не только создавать краткие и выразительные описания программ, но и создавать такие корректные программы, которые, например, позволяют снять привычные ограничения на необходимость ручного управления памятью без использования сборщика мусора. Такая система проверки заимствований (borrow checker), выраженная в описании типов программы

в виде заимствованных ссылок (borrowed references), была реализована в языке Rust как развитие идей указателей ограниченного наложения (restricted alias pointers) языка Cyclone [6].

Таким образом, можно предположить, что современное развитие языков в основном ограничено выразительностью системы типов, которые они реализуют.

Например, в истории развития языка JavaScript и его типизированного надмножества TypeScript можно проследить, что JavaScript имеет динамическую типизацию по причине необходимости иметь больший, насколько это возможно, набор корректных программ, в то время как любая формальная теория, ввиду теоремы Гёделя о неполноте, имеет обстоятельство невозможности типизировать часть корректных программ и возможности типизировать часть некорректных программ.

С развитием теории типов стало возможным создать такую формальную теорию, которая позволяет типизировать программы на JavaScript – TypeScript.

Особенно продуктивным нововведением в современные языки программирования стало такое явление, как *вывод типов*.

Вывод типов позволяет писать программы, которые вовсе не будут содержать описания типов, сигнатуры функций, методов и т.д. Этим языки становятся внешне похожи на динамически типизируемые языки, однако в отличие от них в языках с выводом типов существует статический анализ корректности программы.

Проводя промежуточный итог, можно определить, что для промышленного внедрения открытий, позволяющих развивать языки программирования, существует стадия проверки гипотез посредством реализации «теоретических» языков программирования.

С учётом современного развития теории типов, например, в рамках исследований алгебраического подтипирования (MLsub [7], Simple-sub [8], MLstruct [9]), было доказано, что сохранение всех основных свойств системы Хиндли–Милнера (разрешимость вывода типов и наличие главных типов, или *principal types*) возможно с введением отношений подтипирования. Однако ввиду принципиальной новизны данных подходов они ещё не нашли своего отражения в промышленных языках программирования.

Таким образом, преследуя цель расширения внедрения современной теории типов в существующие языки программирования, мы определяем нашу задачу как проверку поставленных гипотез о возможности внедрения таких систем типов в языки общего назначения посредством создания компилятора для нового функционального язы-

ка программирования Fsic, реализующего систему типов MLstruct, возможно, расширенную *классами типов*.

За следующие два года планируется выполнить работу в следующем объёме: создать систему проверки типов для такого языка за первый год, за второй – реализовать транслятор в промежуточное представление некоторой среды исполнения, например, CIL в .NET для создания возможности использования её инструментов, таких как сборщик мусора, подключаемые библиотеки и т.д.

Непосредственно компилятор языка Fsic предполагается реализовывать в рамках подхода запросов [10, 11], что позволит использовать его не только для создания исполняемых файлов, но и как языковой сервер для редакторов кода, реализующих протокол LSP.

Учитывая возможность опоры на библиотеки промышленных компиляторов и языковых сервисов, находящихся в свободном доступе, например, библиотеки языкового сервиса Rust rust-analyzer, такие как salsa для инкрементальных вычислений [11], ungrammar и rowan для определения и использования конкретных синтаксических деревьев [12], установленный срок можно считать разумным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ritchie D.M. The development of the C language // ACM SIGPLAN Notices. – New York: Association for Computing Machinery, 1993. – Vol. 28, No. 3. – P. 201–208.
2. Holmevik J.R. Compiling SIMULA: a historical study of technological genesis // IEEE Annals of the History of Computing. – 1994. – Vol. 16, No. 4. – P. 25–37.
3. Kay A.C. The early history of Smalltalk // ACM SIGPLAN Notices. – New York: Association for Computing Machinery, 1993. – Vol. 28, No 3. – P. 69–95.
4. Kay A.C. On the Meaning of «Object-Oriented Programming» [Электронный ресурс]. – 2003. – URL: https://www.purl.org/stefan_ram/pub/doc_kay_oop_en (дата обращения: 13.03.2025).
5. OutsideIn(X) Modular type inference with local assumptions / D. Vytiniotis, S.P. Jones, T. Schrijvers, M. Sulzmann // Journal of Functional Programming. – Cambridge University Press, 2011. – Vol. 21, No. 4–5. – P. 333–412.
6. Goodwin J. The power of lifetimes [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://pling.jonggoodwin.com/post/lifetimes/> (дата обращения: 13.03.2025).
7. Dolan S. Algebraic subtyping: Distinguished Dissertation 2017. – Swindon, GBR: BCS Learning & Development Ltd, 2017. – 158 p.
8. Parreaux L. The simple essence of algebraic subtyping: principal type inference with subtyping made easy (functional pearl) // Proc. ACM Program. Lang. – New York: Association for Computing Machinery, 2020. – Vol. 4, No. ICFP. – 28 p.
9. Parreaux L. MLstruct: principal type inference in a Boolean algebra of structural types / L. Parreaux, C.Y. Chau // Proc. ACM Program. Lang. – New York: Association for Computing Machinery, 2022. – Vol. 6, No. OOPSLA2. – 30 p.

10. Fredriksson O. Query-based compiler architectures / O. Fredriksson [Электронный ресурс]. – 2020. – URL: <https://ollef.github.io/blog/posts/query-based-compilers.html> (дата обращения: 13.03.2025).

11. Kladov A. Three Architectures for a Responsive IDE [Электронный ресурс]. – 2020. – URL: <https://rust-analyzer.github.io/blog/2020/07/20/three-architectures-for-responsive-ide.html> (дата обращения: 13.03.2025).

12. Syntax in rust-analyzer [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – URL: <https://rust-analyzer.github.io/book/contributing/syntax.html> (дата обращения: 13.03.2025).

УДК 658

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ЗАНЯТИЯ НИШИ ИНФРАКРАСНЫХ РАМОК НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

Е.С. Карцев, С.А. Механошина, студенты каф. УИ

Научный руководитель Е.П. Губин, доцент каф. УИ

г. Томск, ТУСУР, tok910@mail.ru

Рассматривается ситуация на российском рынке с инфракрасными рамками, которые используются в интерактивных панелях.

Ключевые слова: анализ, рынок, инфракрасная рамка, продукт, интерактивная панель.

С приходом к стратегии импортозамещения Россия вышла на новый вектор быстрого захвата новых отраслей рынка. В первую очередь, это задело промышленную часть страны. Но на 2025 г., согласно сайту Минпромторга, никакая официальная технология в России по инфракрасным рамкам не зарегистрирована [1].

Что же такое инфракрасная рамка? Все сенсорные панели оснащены системой, благодаря которой мы можем взаимодействовать с экраном. Самые популярные типы экранов:

– *Резистивный экран.* В его основе лежит электрическое сопротивление. Экран состоит из двух прозрачных пластин, разделенных слоем диэлектрика. При физическом нажатии на верхнюю пластину она прогибается и соприкасается с нижней. Микроконтроллер фиксирует изменение сопротивления и определяет координаты касания.

– *Емкостной экран.* Данный типа делится на два вида, один из них поверхностно-емкостные, вторые проекционно-емкостные. Первый представляет собой стекло, на которое нанесено специальное защитное покрытие, а по краям расположены печатные электроды, подающие на проводящее покрытие. При касании контроллер сравнивает импульсы тока, которые возникают в точке касания. Проекционные же имеют слой, на которых расположено множество конденсаторов,

каждый конденсатор передает информацию в момент, когда изменяется его емкость, благодаря такой технологии, можно производить несколько касаний одновременно.

– *Экран с определением поверхностно-акустических волн (ПАВ).* Сложность данного типа заключается в том, что по углам размещены пьезоэлементы, которые преобразуют электрический сигнал в ультразвуковые волны. Отражатели распределяют волны по всей поверхности экрана, сенсоры определяют данные волны и перенаправляют их в преобразователь. При касании происходит поглощение волн, но в силу сложности является не самым точным типом с большим количеством сбоев.

– *Инфракрасный экран.* Данный тип относится к оптическому. Для определения касания используются светодиоды и фотодиоды по краям рамки. Сами по себе они создают подобие сетки, где в случае прерывания одного из лучей, фиксируется касание. Система довольно гибкая в использовании, имеет множество преимуществ и не является относительно дорогой в создании и ремонте [2].

Исходя из этого описания и более детального изучения, можно описать в сравнении характеристики каждого типа экрана, которые приведены в таблице.

Сравнительная характеристика технологий сенсорных экранов

	Резистивный	Емкостный	ПАВ	ИК
Прозрачность	Отличная	Хорошая	Отличная	Отличная
Износостойчивость поверхности	Отличная	Хорошая	Отличная	Отличная
Ремонт	Дешево	Дорого	Средне	Дешево
Кол-во касаний	Одно	Одно/множество	Одно	Множество
Средство касания	Любой предмет	Палец человека	Любой предмет	Любой предмет
Светопередача	75%	85%	92%	100%

В ходе изучения технологий можно выяснить, что инфракрасные рамки имеют определенные преимущества. Каждый тип в силу особенностей устанавливается в определенное оборудование под нужды целевой аудитории. Инфракрасные экраны не боятся увеличения диагонали, как её главный конкурент – емкостной тип. Так как сам экран никак не влияет на систему, расширение диагонали просто добавляет длину профиля и количество плат, которые будут находиться внутри алюминиевого профиля. Если же открыть интернет-магазины и изучить рынок, можно увидеть разбег диагоналей от 15 до 500 дюймов. Но, как правило, больше 95 дюймов является экстраразмером для сенсорного экрана и не является востребованным. Исходя из этого, самая

явная целевая аудитория – это интерактивные панели для обучения в классах и аудиториях. Согласно санитарно-эпидемиологическим правилам СП 2.4.3648-20, диагональ панели должна составлять не менее 165,1 см, что приравнивается 65 дюймам [3]. Если же делать емкостной экран с такими размерами, он будет либо на одно касание, либо весьма дорогим по себестоимости. Но для современных панелей для аудиторий существует явная потребность в количестве касаний больше, чем одно.

Технология производства представляет собой не больше четырех станков для мелкого производства, если речь идет о платах [4]. Всё оборудование можно подобрать на сайтах дистрибьюторов. Стоимость выйдет до 1 млн руб. Алюминиевый профиль можно заказывать у ближайших металлургических заводов в области или округе. Цены на такие профили начинаются от 650 руб. за 1 кг [5]. Для создания рамки остается разработать программу, которая будет исполнять функционал рамки, а также собрать всё воедино. Также для доп обработки алюминиевого профиля могут понадобиться фрезерные станки с оснасткой, что может выйти также еще до одного миллиона рублей. Таким образом, можно создать производство из оборудования не более чем на два миллиона, которого еще нет на российском рынке, и занять нишу импортозамещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минпромторг России. Федеральный орган исполнительной власти в промышленной отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minpromtorg.gov.ru> (дата обращения: 12.03.2025).
2. Ferra. Типы сенсорных экранов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ferra.ru/review/techlife/92464.htm> (дата обращения: 12.03.2025).
3. Санитарно-эпидемиологические требования к работе с интерактивными досками и иными электронными средствами обучения (ЭСО) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fbuz-74.ru/about/news/2408> (дата обращения: 12.03.2025).
4. ProSMD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prosmid.com> (дата обращения: 12.03.2025).
5. ООО «Комба проф»: Производство алюминиевых прутков, профилей, труб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kombaprof.ru/> (дата обращения: 12.03.2025).

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦИФРОВОМ ДИЗАЙНЕ

М.А. Карченко, К.А. Одерова, студенты каф. АОИ

Научный руководитель Т.А. Байгулова, ст. преп. каф. УИ Проект

ГПО УИ-2301. Цифровой дизайн:

создание фирменного стиля компании

г. Томск, ТУСУР, makkma@internet.ru, o_k_a_28@mail.ru

Искусственный интеллект (ИИ) играет важную роль в развитии цифрового дизайна, предоставляя дизайнерам инструменты для автоматизации, генерации идей и оптимизации рабочего процесса. В данной статье рассматриваются современные нейросетевые сервисы, используемые в области дизайна, и их влияние на креативный процесс.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровой дизайн, нейросети, автоматизация, графический редактор, генерация контента.

Современный цифровой дизайн уже невозможно представить без инструментов искусственного интеллекта. ИИ способен не только ускорить работу дизайнеров, но и предложить новые подходы к созданию визуального контента. Использование нейросетей позволяет автоматизировать рутинные задачи, находить вдохновение, генерировать новые элементы и подбирать цветовые решения.

Цель данной статьи – проанализировать основные сервисы на основе искусственного интеллекта, применяемые в дизайне, и выявить их значимость для отрасли.

Современные нейросетевые сервисы в цифровом дизайне

1. Инструменты для обработки изображений.

Одним из популярных инструментов является Cleanup Pictures, который позволяет удалять нежелательные объекты с фотографий и изображений. Данный сервис удобен для ретуши изображений, удаления водяных знаков, логотипов и прочих элементов, мешающих визуальному восприятию [1].

2. Генерация цветовых палитр.

ИИ также активно используется для работы с цветом. Например, нейросеть ColorSpace генерирует цветовые палитры, основываясь на заданном основном оттенке. Это позволяет как начинающим, так и профессиональным дизайнерам находить гармоничные цветовые сочетания [2].

Еще одним инструментом в этой области является Khroma, который предлагает интеллектуальный подбор цветовых палитр, ориентируясь на предпочтения пользователя [3].

3. Создание и редактирование иллюстраций.

Программный сервис AutoDraw представляет собой усовершенствованную версию классических графических редакторов. В отличие от стандартных инструментов он способен интерпретировать наброски пользователя и предлагать улучшенные версии изображений [4].

4. Генерация логотипов и брендбуков.

Для создания фирменного стиля активно применяется Free Logo Maker, который позволяет разрабатывать логотипы на основе текстовых запросов. Такой инструмент особенно полезен для стартапов и малых предприятий, которым необходимо быстро получить визуальную идентификацию бренда [5].

Влияние ИИ на цифровой дизайн

ИИ-сервисы не только облегчают работу дизайнеров, но и способствуют созданию новых креативных подходов. Их применение приводит к:

- ускорению процессов разработки дизайна;
- автоматизации рутинных задач;
- расширению возможностей персонализации;
- появлению новых методик генеративного дизайна.

Искусственный интеллект открывает новые горизонты в цифровом дизайне, предоставляя мощные инструменты для работы с изображениями, цветами и графикой. Дальнейшее развитие ИИ в данной сфере позволит сделать процессы дизайна еще более эффективными, интуитивными и доступными. Однако важно учитывать баланс между автоматизацией и сохранением оригинальности дизайнерских решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Init ML. (2021). Cleanup.pictures: Remove Unwanted Objects from Images [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cleanup.pictures> (дата обращения: 15.03.2025).
2. ColorSpace. (n.d.). ColorSpace: Generate Color Palettes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mycolor.space> (дата обращения: 15.03.2025).
3. Khroma (n.d.). Khroma: AI-Based Color Palette Generator [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.khroma.co> (дата обращения: 18.03.2025).
4. Google Creative Lab. (2017). AutoDraw: Fast Drawing for Everyone [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autodraw.com> (дата обращения: 18.03.2025).
5. Namecheap. (n.d.). Free Logo Maker: Create Custom Logos [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.namecheap.com/logo-maker/> (дата обращения: 18.03.2025).

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ БИОУПРАВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МИОДАТЧИКОВ

А.В. Редько, студент каф. УИ

*Научный руководитель Ю.О. Лобода, к.пед.н., доцент каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, mr.artiomredko@mail.ru, yulloboda@gmail.com*

Представлена концепция применения миодатчиков в системах биоуправления, включая описание их функционала, алгоритмов обработки сигналов и интеграции с робототехническими устройствами. Описаны аппаратные и программные компоненты системы, обеспечивающей взаимодействие с миодатчиками для управления протезами и роботизированными устройствами.

Ключевые слова: миодатчик, биоуправление, робототехника, электромиография.

Современные интерфейсы человек–машина активно развиваются благодаря применению биосигналов, полученных от человеческого тела. Одним из ключевых компонентов таких систем являются миодатчики, которые фиксируют электрическую активность мышц, интерпретируя намерения пользователя. Эти устройства находят применение в управлении протезами, робототехническими устройствами и реабилитационных системах [1].

Цель данной работы – анализ принципов функционирования миодатчиков и описание концепции систем биоуправления, основанных на этих устройствах.

Миодатчики фиксируют разность потенциалов, возникающую при сокращении мышц. Этот сигнал характеризуется низкой амплитудой (обычно 0,1–5 мВ) и требует усиления, фильтрации и преобразования в цифровую форму для дальнейшей обработки [2].

Ключевые этапы работы миодатчика:

1. Сбор сигнала: электроды фиксируют потенциалы с поверхности кожи.
2. Усиление и фильтрация: устранение шумов, вызванных внешними помехами и биологическими процессами.
3. Аналого-цифровое преобразование (АЦП): преобразование сигнала в цифровую форму для обработки микроконтроллером.
4. Интерпретация данных: алгоритмы обрабатывают сигнал для распознавания команд.

Система биоуправления включает несколько функциональных блоков (рис. 1):

- Миодатчики (датчики ЭМГ).

Применение систем биоуправления:

1. Протезирование: управление протезами рук и ног.
2. Робототехника: управление манипуляторами и экзоскелетами.
3. Реабилитация: использование для восстановления моторных функций.

Представленная концепция системы биоуправления на основе миоэлектрических датчиков демонстрирует потенциал применения в медицинских и инженерных задачах. Преимущества систем включают простоту настройки, универсальность и возможность использования в различных приложениях [3].

Дальнейшее развитие технологий возможно за счёт:

- Применения нейронных сетей для улучшения точности интерпретации сигналов.
- Разработки портативных устройств с интеграцией в IoT.
- Расширения спектра управляемых устройств.

Развитие подобных систем открывает перспективы для создания более точных и удобных интерфейсов человек–машина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лобода Ю.О. Использование нейроинтерфейса BrainLink Lite для создания системы управления мехатронными устройствами / Ю.О. Лобода, А.В. Функ, З.А. Гасымов // Гуманитарная информатика. – 2017. – № 12.

2. Уразбахтина К.Р. Уникальные актуальные проблемы проектирования ЭМГ-датчиков / К.Р. Уразбахтина, Е.С. Морозова, Ю.О. Уразбахтина // Молодёжный вестник УГАТУ. – 2022.

3. Управление мехатронной рукой с помощью нейроинтерфейса / Ю.О. Лобода, С.Г. Катаев, З.А. Гасымов, А.А. Немчинов // Электронные средства и системы управления: матер. докладов междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. – 2018. – Ч. 1. – С. 191–192.

УДК 658.5.011

ЭТАПЫ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА В ОРГАНИЗАЦИИ ООО «ТОПМЕДИА»

А.А. Шмырёва, студентка каф. УИ

*Научный руководитель М.Н. Янушевская, доцент каф. УИ, к.пед.н.
г. Томск, TUSCUP, annashmyreva1805@gmail.com*

Исследованы этапы внедрения процессного подхода в организации ООО «Топмедиа». Описываются процессный подход, его преимущества и недостатки. Также на примере компании создана модель бизнес-процессов.

Ключевые слова: процесс, управление, процессный подход.

Процессный подход – это методология управления, которая занимается оптимизацией процессов для достижения поставленных целей.

Цель процессного подхода направлена на то, чтобы выделить и улучшить бизнес-процессы компании, которые состоят из ряда последовательных действий сотрудников [1].

Внедрение процессного подхода в организацию необходимо для того, чтобы вывить и устранить узкие места в процессах, установить стандарты и контрольные точки на каждом этапе процесса, чтобы снизить количество ошибок и брака. Также более глубокое понимание процессов позволяет прогнозировать результаты и управлять рисками.

Преимуществами процессного подхода являются повышение эффективности, повышение производительности и улучшение качества за счет стандартизацию процессов и контроля качества на каждом этапе. Еще одним преимуществом является повышение конкурентоспособности, так как эффективные и качественные процессы позволяют компании быстро реагировать на изменение рынка.

Но у процессного подхода есть и недостатки, например, сложность внедрения, потому что требует много времени на анализ, документирование и оптимизации процессов. Одним из наиболее значимых недостатков является сопротивление изменениям, так как сотрудники могут сопротивляться изменениям в своих рабочих процессах. Также обязательным требованием является постоянно совершенствовать процессы и адаптировать их под изменяющиеся условия.

Основными этапами внедрения процессного подхода являются:

- подготовительный этап – включает в себя анализ текущего состояния бизнес-процессов, определение целей и задач, а также создание команды и назначение ответственных;
- проектирование процессов – включает в себя описание процессов, создание схем и моделей процессов, улучшение процессов и разработку регламентов;
- внедрение процессов – включает в себя постепенное внедрение процессов во всех подразделениях компании, а также обучение персонала новым процессам;
- контроль и мониторинг – включает в себя анализ отклонений и проблемных зон, а также корректировку процессов на основе обратной связи от сотрудников;
- постоянное улучшение – заключается в анализе результатов и регулярном обновлении процессов с учетом всех условий.

На примере компании ООО «Топмедиа» была разработана модель бизнес-процессов (рис. 1). Данная компания занимается производством мультимедийного оборудования, а также разработкой ПО для транспорта. Они полностью создают систему информирования пассажиров в пути: от концепции, разработки софта, сборки медиа-

комплексов до эксплуатационного обслуживания оборудования и создания контента для медиакомплексов [2].

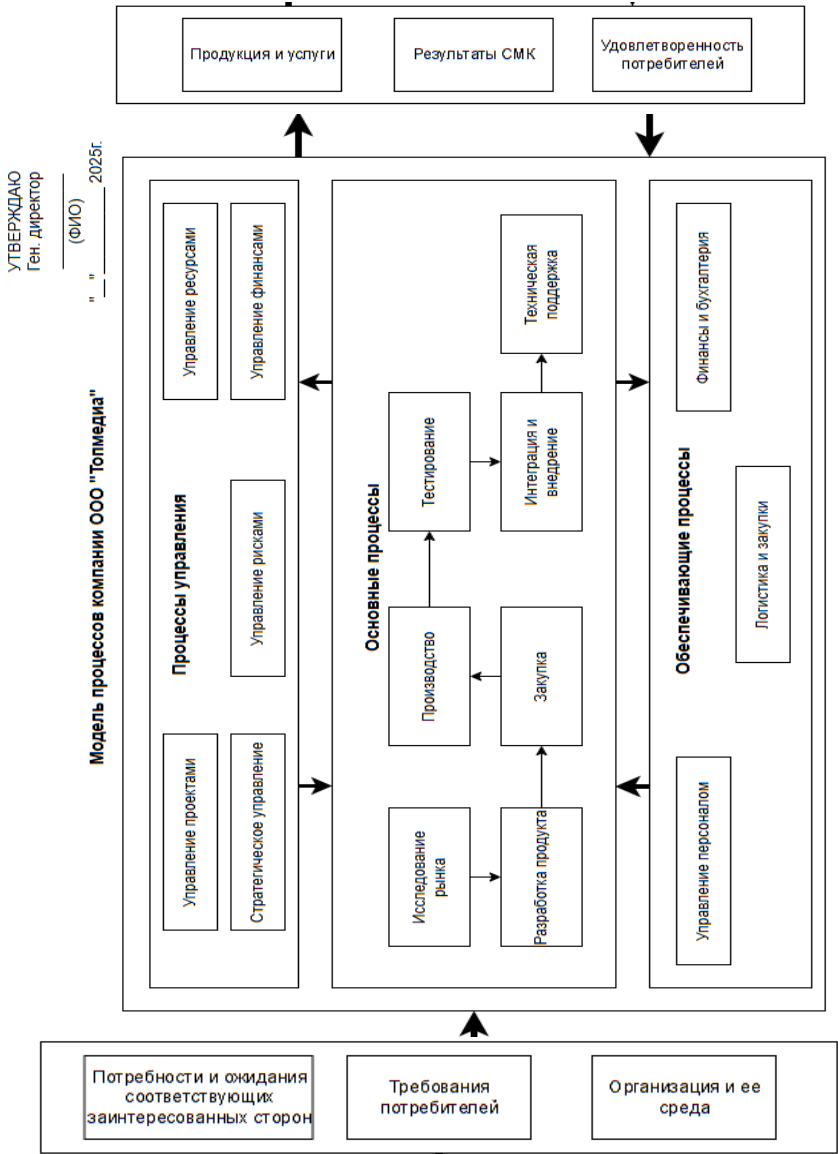


Рис. 1. Модель бизнес-процессов компании ООО «Топмедиа»

Модель процессов разделена на процессы управления, основные процессы и обеспечивающие процессы. По краям от процесса находится клиент. Входы от клиента – организация и ее среда, требования потребителей, потребности и ожидания соответствующих заинтересованных сторон. Выходы для клиента – удовлетворенность потребителей, результаты СМК, продукция и услуги.

К основным процессам относятся исследование рынка, разработка продукта, которая включает в себя создание мультимедийного оборудования, а также параллельно разработку ПО для управления данным оборудованием. Следующим шагом является закупка. Затем производство оборудования и тестирование, в котором изготавливаются и тестируются аппаратные решения. Следующим шагом является интеграция и внедрение, в котором устанавливают ПО на оборудование. Техническая поддержка занимается поддержкой ПО, устраняет ошибки и проводит консультации.

Процессы управления включают в себя управление проектами, стратегическое управление, в котором определяются долгосрочные цели. Управление рисками, где анализируются риски в производстве и при разработке ПО. Управление ресурсами для оптимизации использования человеческих, финансовых и технических ресурсов. Управление финансами, где происходит бюджетирование проектов и контроль затрат на производство.

Обеспечивающие процессы – управление персоналом, с помощью которого происходит подбор специалистов. Финансы и бухгалтерия, где происходит учет доходов и расходов, а также себестоимости продуктов. Процесс логистики и закупки обеспечивает поставкой компонентов для производства оборудования и организует доставку готовой продукции клиентам.

Таким образом, внедрение процессного подхода позволяет компании организовать деятельность как систему, где каждый процесс взаимосвязан и направлен на достижение конкретных целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое процессный подход в менеджменте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mango-office.ru/journal/for-marketing/osnovy/proccessnyj-podhod-v-menedzhmente/>, свободный (дата обращения: 06.03.2025).

2. Специализация компании INFOMATIX [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://infomatix.ru/>, свободный (дата обращения: 05.03.2025).

ОЧИСТКА МАЛЫХ ВОДОЕМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

К.А. Никитина, М.С. Смагин, студенты

Научный руководитель Ю.О. Лобода, доцент кафд УИ, к.пед.н.

*Проект ГПО УИ-2402. Управление автономным
подводным аппаратом*

г. Томск, ТУСУР, nikitina.kseniya.05@mail.ru, mrmaximca1337@mail.ru

Рассматривается проблема загрязнения малых водоемов и предлагается инновационное решение на основе роботизированной системы очистки. Анализируются существующие методы очистки и их недостатки. Представлена разработка автономной системы. Отмечены преимущества роботизированного подхода. Сделаны выводы о перспективности использования таких технологий для сохранения экосистем пресноводных объектов.

Ключевые слова: загрязнение водоемов, очистка воды, роботизированные системы, подводные роботы, экология, автономные технологии.

Проблема загрязнения малых водоемов с каждым годом становится все острее из-за роста воздействия человека на природу. Озера, пруды, реки и каналы страдают от бытовых и промышленных отходов, пластикового мусора, нефтепродуктов и водорослей. Все это плохо сказывается на качестве воды и разрушает экосистемы.

Загрязнение пресноводных объектов – это не просто локальная, а глобальная проблема. В 2023 г. в России число случаев экстремально-го загрязнения водоемов выросло на 62% по сравнению с предыдущим годом. Основные источники этой проблемы – пластиковый мусор, промышленные выбросы, бытовые отходы, нефтепродукты и тяжелые металлы.

Сегодня существует три основных способа очистки водоемов: механический, химический и биологический. Механическая очистка включает сбор мусора вручную или с помощью специальной техники. Химический метод основан на использовании реагентов, разлагающих загрязнения. Биологическая очистка применяется с использованием специальных бактерий, которые перерабатывают органические вещества. Но у всех этих методов есть недостатки, потому что они требуют значительных затрат, занимают много времени и не всегда дают желаемый результат.

В рамках ГПО наша команда разрабатывает новую роботизированную систему очистки водоемов. Она включает подводных и

наземных роботов, а также зарядную станцию. Подводные роботы собирают мусор на поверхности воды и в ее толще. Они оснащены сетчатыми контейнерами, клешнями для сбора тяжелых отходов и фильтрами для удаления нефтепродуктов. Наземные роботы помогают вытаскивать крупный мусор на берег и очищают мелководье. Важная часть системы – зарядная станция, которая позволяет роботам работать автономно. Она оснащена литиевыми аккумуляторами большой емкости и поддерживает беспроводную зарядку.

Роботы ориентируются в пространстве с помощью сенсорных камер, GPS-датчиков и системы взаимодействия друг с другом. Они самостоятельно находят участки с наибольшим скоплением мусора, фильтруют воду от мелких частиц, собирают отходы, передают данные о состоянии воды в систему мониторинга. Также в работе используется искусственный интеллект, который нужен для анализа полученных данных.

Роботизированные системы очистки позволяют эффективнее убирать мусор в труднодоступных местах, а также сводят к минимуму участие человека в этом процессе. В дальнейшем мы планируем усовершенствовать алгоритмы распознавания загрязнений, интегрировать систему с водоочистными комплексами и расширить возможности анализа состояния водоемов.

Использование роботизированных технологий для очистки малых водоемов – это перспективное решение, которое поможет сохранить природное равновесие и улучшить качество водных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Количество экстремальных загрязнений рек и водоемов возросло в полтора раза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2024/kol-ekstr-zagr-rek-vozroslo/>, свободный (дата обращения: 15.03.2025).

2. Очистка сточных вод – механическая, биологическая, химическая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://flotenk.ru/press-centr/posts/ochistka-stochnykh-vod-mekhanicheskaya-biologicheskaya-khimicheskaya/>, свободный (дата обращения: 15.03.2025).

3. Загрязнение Мирового океана: причины и последствия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://plus-one.ru/manual/2021/08/19/zagryaznenie-mirovogo-okeana-prichiny-i-posledstviya>, свободный (дата обращения: 15.03.2025).

АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ ОБРАБОТКИ МАССИВОВ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

С.Р. Валитов, А.С. Мальков, М.С. Пархоменко, студенты каф. УИ

Научный руководитель Лобода Ю.О., доцент каф. УИ, к.пед.н.

*Проект ГПО УИ-2302. Разработка и обучение нейронных сетей
для обработки массивов данных*

г. Томск, ТУСУР, salavat1valitov@gmail.com

Проводится анализ решений отечественных и зарубежных компаний в обработке данных с рассмотрением преимуществ и недостатков.

Ключевые слова: стратегия, компания, продукт, компьютерное зрение, машинное обучение, обработка данных.

Искусственный интеллект и компьютерное зрение широко применяются и внедряются во многие компании для обработки данных, что наглядно показывает преимущества и недостатки стратегий в данной деятельности, которые могут быть полезны для применения в проекте ГПО УИ-2302.

Целью анализа является выявление особенностей существующих актуальных решений, созданных и применяемых компаниями для определения наиболее подходящего решения из возможных и дальнейшего внедрения в работу проекта.

Рассмотрев работу таких компаний, как SenseTime, Keymakr, NVIDIA, ML Sense, а также предыдущие результаты в рамках проекта ГПО УИ-2302, было выявлено несколько таких стратегий: обработка и анализ больших данных, исследования, разнообразие отраслевых применений, а также партнерство.

Особенность стратегии в обработке и анализе больших данных заключается в том, что анализ данных может помочь компаниям предсказать поведение клиентов, оценить возможные риски и потребность рынка. Стоит учесть, что чем больше система будет обрабатывать данные, тем лучше она будет обучаться. Применение машинного обучения и компьютерного зрения позволяет стандартизировать сложные задачи, тем самым снижать затраты на персонал [1].

Однако проблемы данной стратегии заключаются в сложности понимания данных, ведь нередко модели искусственного интеллекта сложно объяснить и действуют они, как «черный ящик». Преимущества исследований заключаются в том, что компании, благодаря поиску новых решений и улучшению архитектур нейронных сетей, могут получать технологическое преимущество [2].

Также стоит отметить, что если компании создают собственное решение, то могут обеспечить защиту с помощью патентов, а инвестиции в исследование и разработку позволяют им доминировать на рынке. Но недостатки заключаются в том, что инвестиции в исследование и разработку могут оказаться чрезвычайно затратными, что делает доступным для крупных компаний. Также стоит учесть, что есть некоторый риск необоснованных инвестиций, т.е. неудачные проекты могут повлечь за собой серьезные финансовые потери. Разработка новых технологий может занимать годы, что отдалает время выхода продукта на рынок.

Преимущество отраслевых применений заключается в том, что компании могут без особых сложностей выбирать и менять направление деятельности от рыночных условий. Отсюда же выявляется следующее преимущество – это широкий рынок для компаний, что позволяет работать в различных сферах. Из-за широкого рынка компаниям гораздо проще привлечь инвестиции сразу в нескольких сферах деятельности, что обеспечивает большую финансовую поддержку для компаний. При значительных преимуществах существуют и значительные недостатки. В данной стратегии могут возникнуть сложности с технологиями, которые успешно внедряются в одной сфере, но при этом могут не подойти в другой сфере деятельности без дополнительной модификации [3]. Отсюда же возникает и следующий недостаток в том, что у компаний могут возникнуть сложности в разработке качественных решений для разных отраслей, что влияет на конкуренцию, потому что на рынке новым компаниям будет сложно конкурировать с компаниями-гигантами, что непосредственно влияет на порог входа на рынок.

Учитывая преимущества и недостатки последней стратегии, компании нередко приходят к иной стратегии – партнерству. Стратегия партнерства дает преимущества в обмене опытом, что может ускорить разработку и внедрение новых технологий. Также у компаний-партнеров появляется доступ к более широкому рынку, что позволяет привлечь больше инвестиций из разных стран. Однако в данных преимуществах скрываются следующие недостатки, ведь могут возникать проблемы в поставке оборудования, а поиск сотрудников и управление международными командами увеличивают потребность в ресурсах. Стоит отметить такой довольно важный фактор, как геополитический риск, которому могут быть подвержены компании из разных стран.

Таким образом, в данной статье рассмотрены существующие стратегии и проведен анализ каждой стратегии с положительной и отрицательной стороны. Наиболее подходящими вариантами для применения в проект являются инвестиции в исследование и разработку и разнообразие отраслевых применений. Данные методы могут

обеспечить эффективную работу с большими массивами данных в разных сферах деятельности, что может стимулировать развитию проекта в пользу мультиплатформы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хомутова Е.В. Использование технологий искусственного интеллекта в цифровой трансформации бизнеса // Естественно-гуманитарные исследования. – 2024. – № 1 (51) – С. 258–261.
2. Мирошниченко М.А. Тенденции развития в России технологий искусственного интеллекта в период цифровой трансформации / М.А. Мирошниченко, А.А. Абдулаева, А.В. Джунь // Естественно-гуманитарные исследования. – 2023. – № 5(49). – С. 203–208.
3. Афендикова Е.Ю. Методы и инструменты управления рисками инновационного проекта // Вестник Таганрогского ин-та управления и экономики. – 2024. – № 4. – С. 9–15.

УДК 65

РАЗВИТИЕ КОМПАНИЙ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕНДЕНЦИЯМИ И ПРИНЦИПАМИ НТИ

А.М. Волкожа, студент каф. УИ

*Научный руководитель Н.Н. Арцемович, ст. преп. каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, farfaranna@mail.ru*

Рассматриваются современные технологии, которые открывают новые возможности и вызовы для бизнеса. МТС внедряет цифровые решения и повышает квалификацию сотрудников для адаптации к изменяющимся условиям рынка.

Ключевые слова: технологии, инновации, адаптация, конкурентоспособность, управление данными.

Современные технологии стремительно развиваются каждый день, формируя новые возможности и вызовы для бизнеса, общества и индивидуальных пользователей. Эти изменения затрагивают все сферы жизни: от коммуникаций и медицины до производства и образования.

Инновации становятся неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, изменяя привычные процессы и создавая новые стандарты качества. В таких условиях важно, чтобы компании не просто следовали за трендами, но и активно интегрировали новаторские решения в свою деятельность, адаптируя стратегии и процессы к быстро меняющимся требованиям рынка. Это требует постоянного обучения, обновления знаний и технологий, а также открытости к экспериментам и изменениям.

Наглядным примером является такая компания, как МТС, потому что она активно внедряет современные технологии и следует принци-

пам НТИ. Национальная технологическая инициатива – комплексная программа по формированию принципиально новых рынков и созданию условий для глобального технологического лидерства Российской Федерации к 2035 г. [1].

Например, МТС активно разрабатывает и внедряет новые цифровые решения, такие как облачные сервисы, IoT (интернет вещей) и финтех-продукты. Активно продается услуга IoT-сети с возможностью пользователям получать информацию с различных устройств, включая умные счетчики, датчики, сенсоры, контрольно-кассовую технику, видеокамеры и другие современные гаджеты, подключенные к интернету, прямо на их смартфоны. Может использоваться в различных отраслях: энергетика и ЖКХ, медицина, транспорт, сельское хозяйство и многое другое [2]. Также предлагает корпоративным клиентам на основе IoT и Big Data цифровизацию бизнеса, например, за счет персонализированного подхода и автоматического сбора и анализа данных.

В современных условиях конкурентной борьбы компаниям необходимо обладать целым рядом навыков, чтобы справляться с непрерывным потоком задач. Эти задачи многочисленны и разнообразны: от управления персоналом и технологического лидерства до угроз безопасности и доступности данных. То, как компании справляются с этими задачами, оказывает значительное влияние на общий прогресс организации. МТС старается контролировать каждый из вышеперечисленных пунктов.

Таким образом, эффективное удовлетворение потребностей предприятия не только расширяет технические возможности, но и повышает способность адаптироваться к колебаниям на рынке и меняющимся условиям в отрасли, таким как генеративный искусственный интеллект, облачные вычисления, итеративная разработка приложений, автоматическое обнаружение киберугроз и реагирование на инциденты.

МТС прикладывает максимальное количество усилий, поэтому предпринимает действия для быстрой адаптации компании к изменениям и внешним факторам:

1. Повышение квалификации и удержание сотрудников, так как специалисты должны совершенствовать свои навыки, чтобы соответствовать растущим требованиям технологического прогресса и цифровой трансформации. Руководство обязано повышать квалификацию и расширять возможности своих сотрудников, направляя их в соответствии с новыми технологическими и рыночными тенденциями и обеспечивая долгосрочное сотрудничество.

2. Конкурентоспособность. В связи с тем, что такие технологии, как искусственный интеллект, машинное обучение, облачные вычис-

ления, CRM-платформы и др., получают всё более широкое распространение в различных отраслях, то требуется их внедрение с целью сохранения конкурентоспособности и адаптации к проверенным и новым технологиям.

3. Управление данными – в условиях непрерывного накопления данных, критически важных для эффективности и развития организаций, перед компаниями стоит задача оптимизации, упрощения доступа и максимального использования данных в масштабах всего предприятия.

Данные действия напрямую влияют на гибкость и адаптивность компании, позволяя ей идти в ногу со временем.

МТС не забывает о таких важных аспектах, как партнерство и экосистема. Компания сотрудничает с различными стартапами и технологическими компаниями, создавая экосистемы, которые позволяют интегрировать разнообразные сервисы и улучшать клиентский опыт.

Экосистема МТС [3] очень обширная и включает в себя широкий спектр продуктов и услуг, которые объединяет концепция интернета вещей, цифровизации и современных технологий. Например, экосистема положительно влияет на синергию продуктов, т.е. объединение различных технологий (например, связь, финансы, образование) и создание комплексов, которые работают более эффективно и удобно для пользователя. Также полезным дополнением является обмен данными, так как взаимодействие различных сервисов позволяет собирать и анализировать данные, что ведет к созданию адаптивных решений и улучшению пользовательского опыта.

Данные и другие инструменты позволяют двигаться в разрезе НТИ и оставаться актуальными даже на сегодняшний день, так как они обеспечивают гибкость в адаптации к быстро меняющимся тенденциям рынка. Благодаря интеграции новых технологий и методов компании могут оперативно реагировать на вызовы и предпочтения пользователей. Это создает возможности для внедрения инновационных решений, оптимизации бизнес-процессов и формирования конкурентных преимуществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальная технологическая инициатива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Национальная_технологическая_инициатива.
2. Интернет вещей (IoT) от МТС в Томске [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Юрент>.
3. МТС: экосистема для государства, бизнеса и частных клиентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gazprombank.investments/blog/reviews/mts/>.

ПОДСЕКЦИЯ 3.6

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

*Председатель секции – Хабибулина Н.Ю., доцент
каф. КСУП, к.т.н.;*
зам. председателя – Потапова Е.А., ст. преп. каф. КСУП

УДК 004.9

ГЕНЕРАЦИЯ УРОВНЯ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЕ НА ОСНОВЕ СГЕНЕРИРОВАННОГО МАССИВА ЧИСЕЛ

Д.Ж. Бальжинов, А.А. Баранов, студенты
Научный руководитель Е.А. Потапова, ст. преп. каф. КСУП
Проект ГПО КСУП-1904. Разработка видеоигры
на игровом движке Unity
г. Томск, ТУСУР, den.balzhinov.04@mail.ru

Представлен способ генерации уровня в видеоигре, используемый в проекте кафедры КСУП «Разработка видеоигры на игровом движке Unity»

Ключевые слова: сетка уровня, генерация, уровень.

В современное время видеоигры имеют множество жанров. Каждому жанру свойственны разные ключевые аспекты. Одним из таких аспектов является место, иными словами, уровень, где игрок проводит свое время. Это может быть как одна единая локация, так и несколько различных карт разного наполнения.

В некоторых играх уровень может быть заранее создан разработчиками путем создания геометрии уровня и наполнения ее игровыми объектами. В других же возможна генерация окружения игрока, что позволяет делать игровые локации уникальными для каждой игровой сессии. В таких играх уровень игры генерируется заранее, причем в каждой игровой сессии генерация уникальна. Уровень может представлять собой набор комнат разного размера и наполнения. В данной работе представлен один из способов генерации уровня.

Алгоритм генерации уровня включает несколько основных этапов:

1. Инициализация массива, представляющего сетку уровня.
2. Выбор стартовой точки, от которой начнётся построение карты.

3. Построение связной структуры комнат.
4. Доработка карты уровня.
5. Специализация комнат.

Формирование сетки уровня. На старте создаётся массив, где каждая ячейка условно представляет собой квадрат некоторой величины размером, необходимым для одиночной комнаты. Все ячейки заполняются значением -1 , обозначающим пустое пространство.

Стартовая точка выбирается случайным образом в пределах сетки. Данный выбор определяет, с какого места начнётся построение игрового уровня.

Дальнейшее построение карты выполняется методом случайного выбора направлений, создавая связанные между собой комнаты. Для связи комнат используется числовое представление, где каждое направление (вверх, вниз, влево, вправо) кодируется отдельным числом (4, 5, 2, 3), а направление всех выходов хранится как произведение необходимых чисел. Создание комнат происходит рекурсивно, до тех пор, пока общее количество комнат не превысит некоторый установленный лимит.

Постобработка уровня. В результате получается ветвистая структура, в которой комнаты связаны от центра к краю. Такая структура гарантирует возможность попасть в любую комнату из любой другой, но не очень подходит в качестве уровня в большинстве ситуаций. Для решения этой проблемы необходима доработка. Для уже сгенерированного уровня выбираются случайные комнаты и создаются двусторонние связи между ними и прилежащими к ним комнатами. Таким образом, удаётся повысить общую связность уровня.

Также на этом этапе можно произвести объединение некоторых маленьких комнат в большие или применить другие алгоритмы, создающие необычную структуру. Поскольку структура уровня уже представляет собой единый граф, можно экспериментировать, не боясь того, что уровень станет непроходимым.

На последнем этапе происходит распределение комнат по необходимым специализациям, в зависимости от поставленных задач. Для разделения индекса формы и специализации комнаты можно использовать разряды числа (рис. 1), если специализаций менее десяти, либо числа с плавающей запятой, если специализаций много.

После генерации получившийся массив можно экспортировать для создания уровня в игровом движке, или для построения двумерного плана или карты. Форматированный массив представлен на рис. 2.

-1	150	300	20	50	-1	-1
53	600	1200	300	1200	20	-1
600	1200	1200	1200	240	300	20
120	400	600	0	100	40	-1
-1	40	600	1200	1200	100	-1
-1	150	1200	400	600	402	-1
-1	40	40	200	200	40	-1
-1	-1	-1	40	41	-1	-1

Рис. 1. Сетка индексов комнат

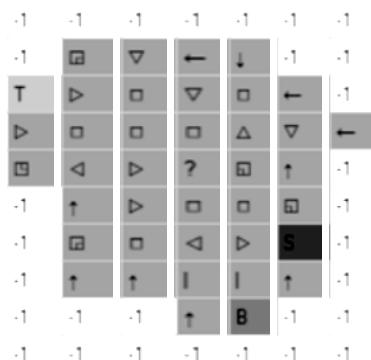


Рис. 2. Форматированная сетка индексов комнат

Заключение. Данный алгоритм имеет множество применений для различных ситуаций ввиду масштабируемости и гибкости. Данный алгоритм позволяет гибко настраивать параметры генерации, адаптируя процесс под любые игровые ситуации. Это делает систему удобным инструментом для создания динамического окружения в проекте. Алгоритм представляет собой сервисную функцию, что позволяет его использовать почти в любом проекте с минимальными изменениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генерация подземелий в The Binding of Isaac [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/519658/> (дата обращения: 14.11.2024).
2. Random класс [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system.random?view=net-8.0> (дата обращения: 15.11.2024).
3. Unity learn [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.unity.com/pathway/unity-essentials> (дата обращения: 16.11.2024).

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ С МЕХАНИЧЕСКОЙ РАЗВЕРТКОЙ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-ОБРАБОТКИ

*П.В. Бабаян, зав. каф., к.т.н., доцент; Д.А. Баженов, аспирант
каф. автоматики и информационных технологий в управлении*

*г. Рязань, Рязанский государственный радиотехнический
университет, bazenovd60@gmail.com*

Рассматривается метод восстановления изображений, полученных в результате моделирования имитации оптических электронных систем с механической разверткой, используя трехмерную обработку изображений. Этот процесс включает в себя моделирование поворота изображения и его смещения, а также применение различных алгоритмов для восстановления изображения.

Ключевые слова: восстановление изображения, методы обработки изображений, механическая развертка, алгоритмы восстановления, Lucy-Richardson, blind deconvolution, метод Винера, PSNR, SSIM, оптические системы.

Современные оптические электронные системы, использующие механическую развертку, широко применяются в различных областях, таких как охранные системы, системы дистанционного зондирования Земли, системы сканирования документов. Важной особенностью ОЭС с механической разверткой является наличие искажений типа «смаз» и «смещения», которые могут быть вызваны движением ОЭС, механическими вибрациями, а также и недостаточной синхронизацией движущихся элементов, например, таких, как оптическая линейка (ОЛ) или механизм вращения ОЭС, что приводит к получению нечетких изображений. В данном контексте восстановление изображений представляет собой актуальную задачу, требующую применения новых алгоритмов обработки изображений.

Алгоритм. Блок-схема представляет работу самого алгоритма моделирования смаза и восстановления изображения (рис. 1).

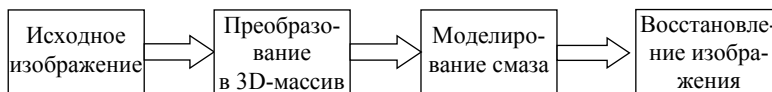


Рис. 1. Блок-схема

Выбирается изображение. Исходное изображение (рис. 2) поворачивается на заданные углы и смещается с использованием заранее определенных параметров. Каждое изображение сохраняется в

3D-массив, что позволяет моделировать объемное пространство изображения. Для создания эффекта размытия и улучшения качества обработки применяется трехмерный фильтр. На рис. 3 изображен первый слой из 3D-массива. На рис. 4 изображен сам 3D-массив.



Рис. 2. Исходное изображение

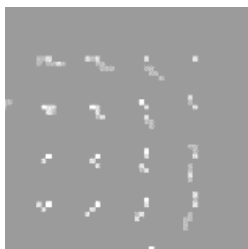


Рис. 3. Первый слой 3D-массива



Рис. 4. 3D-массив

Разнообразные методы восстановления – это такие, как Lucy-Richardson, blind deconvolution и метод Винера. Каждый метод был протестирован на предмет его эффективности, и оценивались ключевые метрики – среднеквадратичная ошибка (MSE), пиковое соотношение сигнал/шум (PSNR) и индекс структурного подобия (SSIM).

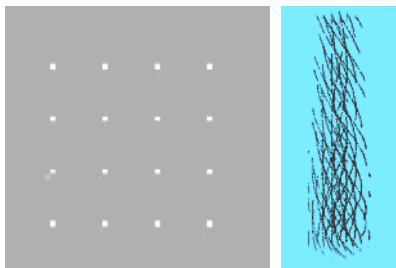


Рис. 5. Lucy-Richardson

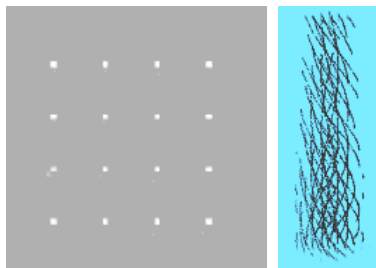


Рис. 6. Винер

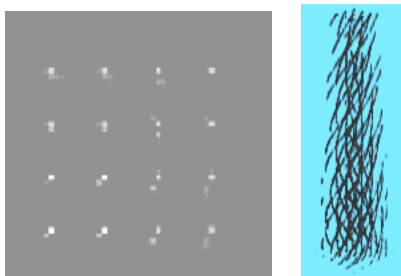


Рис. 7. Blind deconvolution

Выводы. По результатам проведенных экспериментов каждый метод восстановления продемонстрировал свои сильные и слабые стороны в контексте обработки изображений. Например, метод Лусу-Richardson, а также метод Винера показали наивысшие значения PSNR и SSIM в большинстве случаев, что позволяет считать их наиболее эффективными в данной обстановке.

Ниже приведены основные параметры различных методов восстановления изображений:

- Метод Lucy-Richardson: MSE: 0,0004; PSNR: 34,39; SSIM: 0,9834.
- Метод blind deconvolution: MSE: 0,3059; PSNR: 5,14; SSIM: 0,1464.
- Метод Винера: MSE: 0,0004; PSNR: 34,39; SSIM: 0,9834.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаян П.В. Моделирование формирования изображений в системах технического зрения с механической разверткой / П.В. Бабаян, Д.А. Баженов // Сборник тезисов II Междунар. науч.-практ. конф. 25–26 апреля 2024 г. – Алчевск: ФГБОУ ВО «ДонГТУ», 2024. – С. 74–76.

2. Программный комплекс для автоматизации научных исследований в области создания перспективных систем навигации беспилотных летательных аппаратов по данным видеонаблюдения / Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, Ю.С. Коблов, В.С. Муравьев, В.В. Стротов, А.Б. Фельдман // Вестник Рязанского гос. радиотехнического ун-та. – Рязань, 2012. – № 2, вып. 40. – С. 9–15.

3. Обработка изображений и управления в системах автоматического сопровождения объектов: учеб. пособие / Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, О.Е. Балашов, А.И. Степашкин. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2011. – 236 с.

УДК 004.588

ИНТЕРАКТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ Г. ТОМСКА «ТОМСК ДЛЯ КАЖДОГО»

А.И. Глушенкова, Г.А. Катренко,

С.С. Масликов, студенты каф. КСУП

Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.

*Проект ГПО КСУП-1803. Автоматизированная информационная
система поддержки учебного процесса кафедры*

г. Томск, TUSUP, microsanya@vk.com

Представлена концепция интерактивной информационной платформы для изучения истории и культуры Томска. Проект направлен на поддержку приезжих студентов и туристов, обеспечивая их

удобным инструментом для знакомства с городом. Рассматриваются основные этапы разработки, функциональные возможности системы, а также перспективы её дальнейшего развития.

Ключевые слова: информационная система, геймификация, культурное наследие, Томск, мобильное приложение.

Томск – один из старейших и наиболее значимых научных и образовательных центров России. В городе сосредоточены ведущие университеты, и ежегодно сюда приезжают тысячи студентов со всей страны и из-за рубежа. Однако несмотря на богатую историю и культурное наследие, информация о городе представлена разрозненно, что затрудняет её изучение приезжими. Для решения этой проблемы разработана концепция *интерактивная платформа для изучения истории и культуры г. Томска «Томск для каждого»*, сочетающая образовательный и развлекательный подходы. В основу проекта легли технологии геймификации, персонализированного обучения и интерактивного взаимодействия. Данный проект направлен на повышение интереса к городу, к его достопримечательностям, к изучению его студентами и приезжими из других городов и стран. По мнению разработчиков проекта, изучение города без помощи интернет-ресурсов очень затруднительно, и для того, чтобы не собирать частично информацию с разных сайтов и статей в интернете, было решено разработать информационную платформу, которая стала бы единственным необходимым ресурсом для исполнения данной цели (рис. 1).

Структура приложения. В ходе работы была спроектирована и частично реализована веб-платформа, включающая следующие модули:

1. *Личный кабинет пользователя* – система регистрации, профили пользователей, баланс игровой валюты.
2. *Система заданий* – интерактивные викторины, фотозадания и квесты по городу.
3. *Виртуальный питомец* – элемент геймификации, позволяющий пользователям получать награды за изучение города.
4. *Информационные разделы* – страницы с историей города, интересными местами, культурными событиями.
5. *Экономика платформы* – система мотивации пользователей через внутриигровую валюту и награды.

Прототип системы протестирован на группе студентов, что позволило выявить основные потребности пользователей и предложить улучшения.

Анализ ответов. Проект имеет большой потенциал развития. В будущем планируется:

- улучшение пользовательского интерфейса и удобства навигации;

- расширение базы заданий и информации о городе;
- интеграция платформы с мобильным приложением для удобства использования;
- перенос и кооперация платформы с мобильным приложением;
- привлечение к сотрудничеству городских заведений и университетов.

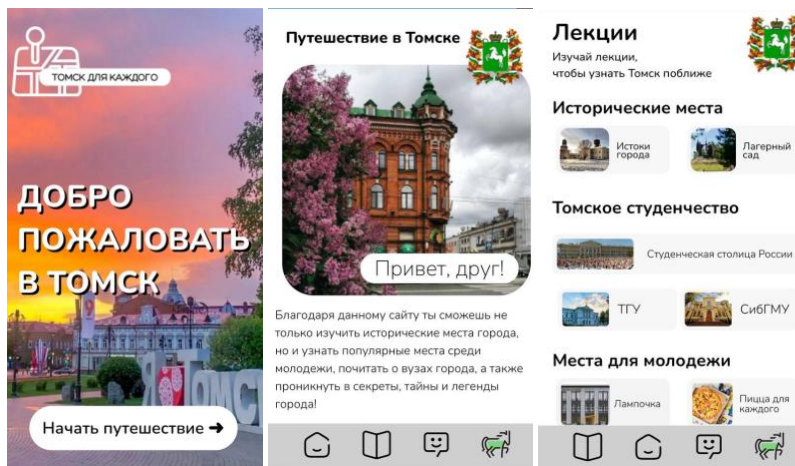


Рис. 1. Скриншоты прототипа информационной платформы

Создание подобных информационных систем может значительно повысить интерес к культурному наследию Томска, способствовать лучшей адаптации приезжих студентов и туристов и создать дополнительные возможности для взаимодействия с местными сообществами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фаткулина Е.А. Где основан Томск. Путеводитель по Воскресенской горе. – М.: Макушин Медиа, 2023. – 144 с.
2. Зинкermann Г. Геймификация в бизнесе. Как пробиться сквозь шум и завладеть вниманием сотрудников и клиентов / Г. Зинкermann, Д. Линдер. – М.: МИФ, 2014. – 272 с.
3. Официальный сайт администрации г. Томска [Электронный ресурс]. – URL: <https://tomsk.gov.ru> (дата обращения: 06.02.2025).

**РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ СЛОВ
«LEARN LANGUAGE APP»**

А.С. Горкальцева, студентка каф. КСУП

*Научный руководитель Е.А. Потапова, ст. преп. каф. КСУП
Проект ГПО КСУП-1802. Разработка мобильных приложений
г. Томск, ТУСУР, linatusur21@mail.ru*

Описывается создание мобильного приложения для интерактивного изучения иностранных языков, предлагающего инструменты создания списков слов с поддержкой их импорта и экспорта.

Ключевые слова: Android Studio, Java, мобильное приложение, приложение для изучения иностранных слов.

В настоящее время в условиях глобализации и увеличения контактов между представителями разных наций крайне важным и необходимым становится изучение различных языков. Расширение словарного запаса – неотъемлемая часть данного процесса, но он может быть достаточно длительным и рутинным.

Для решения данной проблемы поставлена задача разработать мобильное приложение, которое поможет в изучении иностранных слов, сделает этот процесс менее рутинным благодаря игровому формату и более доступным вне зависимости от местонахождения пользователя. Ввиду того, что приложение разрабатывается для мобильных устройств, пользователь сможет обратиться к списку изучаемых слов в любую свободную минуту, что позволит сократить время, затрачиваемое на изучение языка.

Инструментом для разработки данного приложения выбрана Android Studio [1] – интегрированная среда разработки для работы с платформой Android. Данная среда разработки имеет графический редактор, который позволит ускорить процесс верстки пользовательского интерфейса по составленному заранее макету. Встроенный эмулятор операционных систем Android и iOS позволяет запустить и протестировать приложение на различных устройствах без необходимости иметь каждое физическое устройство.

Пользовательский интерфейс приложения представлен на рис. 1. Приложение позволяет составлять «колоды» из иностранных слов в виде игровых «карточек» с возможностью самостоятельно создавать и комбинировать их во время прохождения.

После создания колоды пользователем она отображается на главном экране приложения. При открытии колоды из общего списка

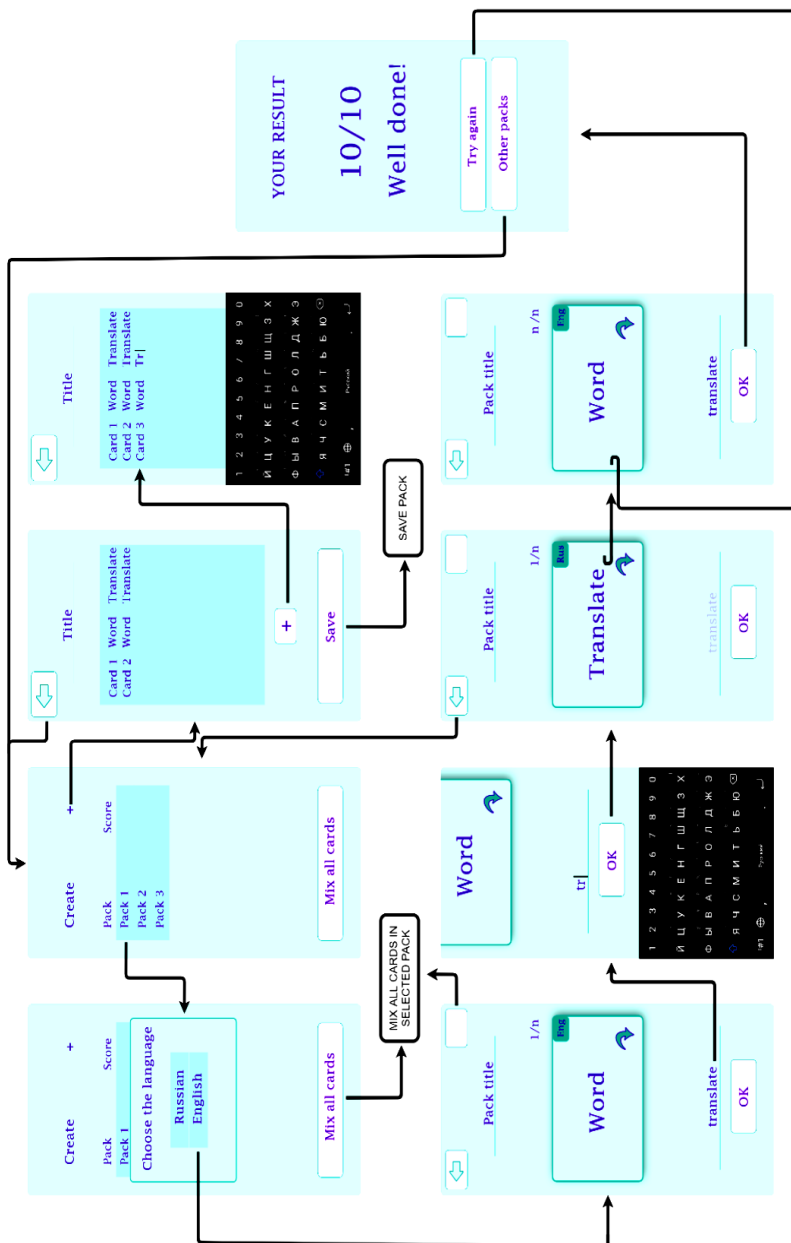


Рис. 1. Пользовательский интерфейс приложения

можно отредактировать слова в колоде, удалить их или запустить колоду для прохождения, перед этим выбрав язык, отображаемый на лицевой стороне карточки. После запуска выбранной колоды пользователь может пройти ее, ответив на все вопросы, и по завершении на экран выведется текст с количеством правильных ответов из количества вопросов.

Также ведется статистика по каждой пройденной колоде (рис. 2), и существует ряд достижений для дополнительной мотивации пользователей.

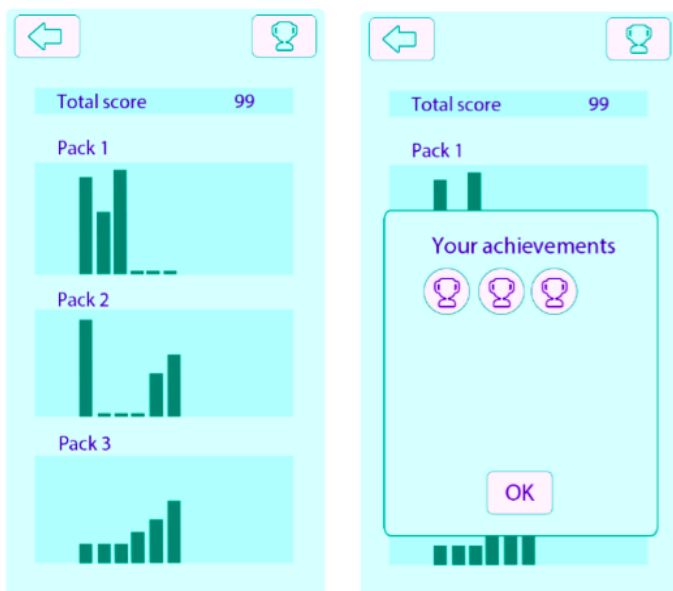


Рис. 2. Пользовательский интерфейс раздела «Статистика и достижения»

Главным преимуществом разработанного приложения перед уже реализованными решениями по данной тематике является возможность загружать уже готовые списки слов из текстовых файлов и экспортировать файлы со словами, занесенными в пользовательские колоды. Кроме того, оно не ограничивает пользователя изучением одного языка, а позволяет создавать колоды, состоящие из слов разных иностранных языков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Android Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.android.com/studio>, свободный (дата обращения: 10.03.2025).

УДК 004.415.2

**РАЗРАБОТКА ВЕБ-САЙТА, ПРЕДОСТАВЛЯЮЩЕГО
ИНФОРМАЦИЮ О ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ,
РАЗРАБОТАННОМ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ
АО «ТОМСКНИПИНЕФТЬ»**

А.С. Горкальцева, студентка каф. КСУП;

С.Д. Чемоданов, ТИМ-техник ГТМиЛС

Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, ТНИПИ, linatusur21@mail.ru,

ChemodanovSD@tomsknipi.ru

Описаны особенности разработки клиентской части web-приложения с использованием библиотеки React.

Ключевые слова: React, Javascript, UI.

В компании «ТомскНИПИнефть» ведется разработка программных продуктов для различных областей применения в нефтяной отрасли, а также для непосредственных нужд института. Для упрощения выполнения некоторых задач моделирования и проектирования силами нескольких отделов создаются как отдельные программные модули, так и полноценные приложения. Чтобы решить проблему распространения информации о программном обеспечении, разработанном в одном из подразделений компании, требуется организовать пространство для хранения структурированной информации о каждом программном продукте, доступ к которой должен быть организован для всех сотрудников Компании. Наиболее удобным решением этой задачи является разработка клиент-серверного приложения.

Для разработки пользовательского интерфейса был использован React [1]. React является JavaScript-библиотекой, позволяющей создавать пользовательские интерфейсы, состоящие из независимых функциональных блоков, называемых компонентами. Компоненты обладают собственной логикой и внешним видом и никак не ограничены по количеству содержащихся внутри элементов. Кроме того, компоненты могут состоять не только из элементов, но и из других компонентов.

Для динамического изменения компонентов были использованы хуки. Хуки также являются функциями JavaScript [2]. Благодаря хукам useState и useEffect появилась возможность изменять состояние компонентов в приложении и передавать данные между разделами пользовательского интерфейса через пропсы. Пропсы позволяют передавать объекты, массивы, функции и любые другие значения JavaScript [3].

Поскольку разрабатываемый веб-сайт является одностраничным приложением, необходимо применение концепции маршрутизации. Маршрутизация позволяет сопоставлять запросы, которые направляются с сервера, с определенными компонентами в приложении. Ключевым звеном в работе системы маршрутизации в React является модуль React Router DOM [4]. Его объекты BrowserRouter, Route и Routes позволили организовать динамическое обновление содержимого одной страницы на основе URL-адреса. Благодаря использованию данного модуля для обновления данных нет необходимости перезагружать страницу при совершении какого-либо действия пользователем. Также маршрутизация позволяет перемещаться по истории посещения разделов приложения с помощью соответствующих кнопок в браузере.

Для стилизации компонентов, составляющих пользовательский интерфейс, были использованы стили CSS. С помощью стилей задается внешний вид компонентов, включая их цвет, размер, расположение на странице и т.д. Особое внимание было уделено использованию относительных размеров вместо абсолютных, что позволило создать адаптивный интерфейс, который автоматически подстраивается под масштаб, установленный в браузере пользователя [4].

Прототип пользовательского интерфейса представлен на рис. 1.

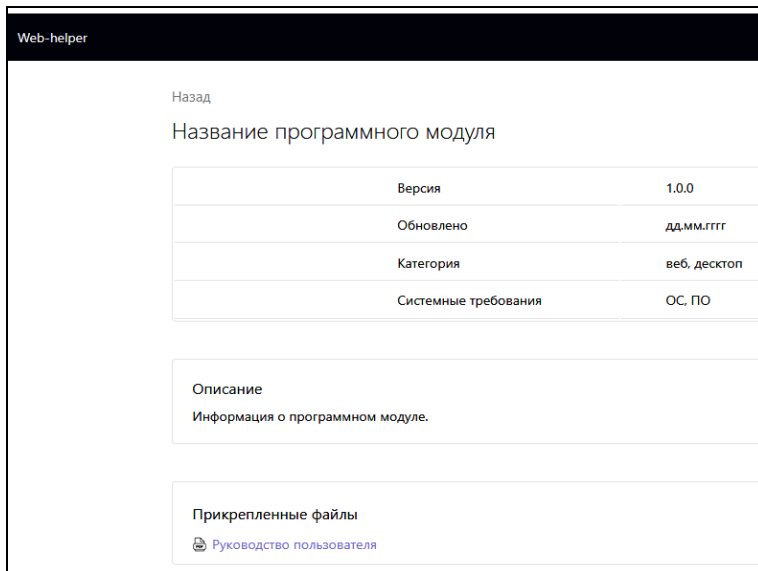


Рис. 1. Фрагмент пользовательского интерфейса сайта

На данном этапе заполнение блоков пользовательского интерфейса информацией происходит из локального json-файла с использованием localStorage [5] в качестве временного хранилища. Этот способ позволяет передавать данные без обращения к серверу, поскольку они хранятся в браузере. Благодаря этому временному решению, появилась возможность протестировать работу клиентской части веб-приложения на этапе проектирования серверной части без её реализации.

Благодаря использованию библиотеки React и CSS-стилей удалось добиться адаптивной вёрстки для разделов сайта, а также исключить дублирование кода за счёт повторного использования компонентов. В дальнейшем планируется реализовать серверную часть веб-приложения и рассмотреть возможность расширения возможностей сайта на другие подразделения компании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Введение: знакомство с React [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.legacy.reactjs.org/tutorial/tutorial.html#what-is-react>, свободный (дата обращения: 14.03.2025).
2. React Hooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://my-js.org/docs/cheatsheet/react-hooks/>, свободный (дата обращения: 14.03.2025).
3. Передача параметров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reactdev.ru/learn/passing-props-to-a-component/>, свободный (дата обращения: 14.03.2025).
4. Основы CSS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/CSS_basics, свободный (дата обращения: 14.03.2025).
5. Что такое localStorage и как им пользоваться [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://htmlcademy.ru/blog/js/localstorage>, свободный (дата обращения: 14.03.2025).

УДК 004.4'27

МАКЕТИРОВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ FIGMA

А.С. Скоков, А.С. Горкальцева, студенты каф. КСУП

*Научный руководитель Е.А. Потапова, ст. преп. каф. КСУП
Проект ГПО КСУП-1802. Разработка мобильных приложений
г. Томск, ТУСУР*

Описывается создание макета пользовательского интерфейса приложений с помощью дизайнерского инструмента Figma на примере приложения для автоматизированного создания персонажа для настольной ролевой игры Dungeons & Dragons.

Ключевые слова: макет пользовательского интерфейса, Figma.

Перед началом сессии настольной ролевой игры Dungeons & Dragons каждому ее участнику необходимо создать игрового персонажа. Этот процесс занимает много времени ввиду наличия рутинных этапов, а созданный персонаж может занимать малую часть стандартного бумажного листа для его отображения [1] либо, наоборот, выходить за его пределы.

Для автоматизации процесса создания персонажа принято решение разработать веб-приложение, ориентированное для использования на мобильных устройствах, пользовательский интерфейс которого будет интуитивно понятен, а также не будет заставлять пользователя напрягать зрение из-за плохо подобранной цветовой гаммы или нечитаемого шрифта и размера текста. Минимизация количества полей, значения которых вычисляются по формулам, сильно снизит нагрузку на восприятие пользователем составленного листа персонажа.

Для макетирования пользовательского интерфейса, удовлетворяющего заданным требованиям, подойдет дизайнерский инструмент Figma. Этот сервис позволяет создавать шаблонные компоненты и работать с библиотеками стилей для текста и цветов. На макете страницы «Навыки и языки», представленном на рис. 1, присутствуют четыре шаблонных компонента: заголовок страницы, блок с выбором

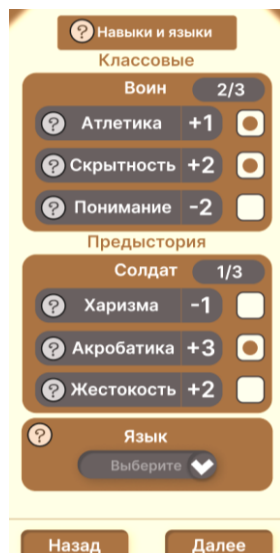


Рис. 1. Макет пользовательского интерфейса приложения

характеристик, выпадающий список для выбора языка и кнопка. Текстовые элементы нескольких стилей шрифтов, используемые для заголовков, занесены в библиотеку стилей. Блок с характеристиками также содержит компонент, который был в нем неоднократно использован повторно. Данный компонент состоит из текста с названием характеристики, её модификатора, кнопки справки и областью для выбора данной характеристики. Цвета, используемые в макете, также занесены в библиотеку стилей.

При изменении главного компонента изменятся все дочерние. Шаблонные компоненты могут состоять из нескольких элементов и использоваться в текущем проекте, а также в рамках других проектов, на которые пользователь распространит библиотеки компонентов и стилей. Кроме того, Figma позволяет генерировать HTML и CSS-код созданных элементов с дальнейшим его

экспортом, что облегчает задачу вёрстки пользовательского интерфейса на основе созданного дизайнером макета.

Использование инструмента Figma позволило существенно уменьшить время макетирования за счёт интуитивно понятного пользовательского интерфейса и возможности создания библиотек шаблонных компонентов и стилей. Благодаря данным библиотекам внесение изменений в уже готовые экранные формы и создание новых экранных форм заняло меньше времени ввиду возможности повторного использования существующих стилей и компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лист персонажа Dungeons & Dragons [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://orc-news.ru/PDF/DnD_character_list_RUS_HW.pdf, свободный (дата обращения: 16.03.2025).

2. Figma. Инструмент совместного проектирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.figma.com>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).

УДК 004.4'22

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ФЕДЕРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

А.Д. Рязанов, В.И. Горохов, студенты каф. КСУП

*Научный руководитель Е.А. Потапова, ст. преп. каф. КСУП
Проект ГПО КСУП-1904. Разработка приложений для Android
г. Томск, ТУСУР, anton.ryazanov.main@gmail.com*

Исследуются теоретические основы и практические аспекты применения методов федеративного обучения при создании распределённых систем управления. Рассмотрены принципы функционирования федеративного обучения как подхода, позволяющего обучать общие модели машинного обучения на локальных наборах данных без их централизованного сбора. Проанализированы преимущества данной технологии в контексте информационной безопасности, сохранения конфиденциальности и соответствия нормативным требованиям. Представлены практические примеры использования федеративного обучения в системах интернета вещей, автоматизированных логистических платформах и инфраструктуре умных городов.

Ключевые слова: федеративное обучение, распределённые системы управления, конфиденциальность данных.

Современные распределённые системы управления сталкиваются с двумя противоречивыми требованиями: необходимостью использо-

вания больших объёмов данных для обучения эффективных моделей машинного обучения и обеспечением конфиденциальности этих данных. Федеративное обучение (Federated Learning) предлагает решение этой дилеммы, позволяя создавать высокоэффективные модели без централизованного сбора чувствительной информации. Данная статья рассматривает принципы, преимущества и практические аспекты применения федеративного обучения в распределённых системах управления различного масштаба.

Федеративное обучение представляет собой подход к построению моделей машинного обучения, при котором обучение происходит на множестве децентрализованных устройств или серверов, каждый из которых имеет доступ только к своим локальным данным. Ключевое отличие от традиционных подходов состоит в том, что данные никогда не покидают устройство, на котором они хранятся. Вместо этого между узлами системы передаются только параметры моделей.

Процесс федеративного обучения включает следующие этапы [1]:

1. Центральный сервер распространяет исходную модель на периферийные устройства.

2. Каждое устройство обучает модель на своих локальных данных.

3. Обновлённые параметры моделей отправляются на центральный сервер.

4. Центральный сервер агрегирует полученные параметры, формируя улучшенную глобальную модель [2].

5. Новая глобальная модель распространяется обратно на устройства.

6. Цикл повторяется до достижения необходимой точности модели.

Такой подход обеспечивает защиту конфиденциальных данных, поскольку исходная информация никогда не покидает локальные хранилища [3].

Рассмотрим области применения в распределённых системах:

1. В системах интернета вещей федеративное обучение решает проблему ограниченности ресурсов и пропускной способности [4, 5].

2. Федеративное обучение позволяет оптимизировать логистические процессы без нарушения коммерческой тайны участников [6, 7].

Внедрение федеративного обучения в распределённые системы управления требует тщательного проектирования архитектуры. Эффективным решением является многоуровневая архитектура, где периферийные устройства группируются вокруг промежуточных агрегаторов, которые, в свою очередь, взаимодействуют с центральным сервером. Такая структура сокращает нагрузку на центральный узел и повышает отказоустойчивость системы [10].

Федеративный подход минимизирует риск утечек за счёт отсутствия централизованного хранения данных, сокращая таким образом

поверхность атаки. Он соответствует требованиям GDPR и ССРА, а уменьшенные требования к инфраструктуре снижают затраты на развёртывание и эксплуатацию, делая этот метод экономически эффективным.

Федеративное обучение имеет свои ограничения. Отсутствие прямого доступа к данным может снижать точность моделей, поскольку локальные обновления объединяются не всегда оптимально. Технология требует значительных вычислительных ресурсов от устройств, что ограничивает её применение на слабых платформах, а частые обмены параметрами создают нагрузку на сеть. Кроме того, система остаётся уязвимой к атакам, таким как отравление моделей или восстановление исходных данных, а распределённый характер обучения затрудняет отладку и мониторинг.

Федеративное обучение – перспективный подход, обеспечивающий баланс между эффективностью и конфиденциальностью в распределённых системах управления. Несмотря на недостатки, технология обладает потенциалом для применения в IoT, умных городах и других сферах, повышая информационную безопасность при коллективном обучении моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. McMahan B. Federated Learning: Collaborative Machine Learning without Centralized Training Data / B. McMahan, D. Ramage [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ai.googleblog.com/2017/04/federated-learning-collaborative.html>.
2. Federated Machine Learning: Concept and Applications / Q. Yang, Y. Liu, T. Chen, Y. Tong // ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology. – 2019. – Vol. 10, No. 2. – P. 1–19.
3. Federated Learning: Strategies for Improving Communication Efficiency / J. Konečný, H.B. McMahan, F.X. Yu, P. Richtárik, A.T. Suresh, D. Bacon // NIPS Workshop on Private Multi-Party Machine Learning. – 2016.
4. Towards Federated Learning at Scale: System Design / K. Bonawitz, H. Eichner, W. Grieskamp et al. // Proceedings of Machine Learning and Systems. – 2019. – P. 374–388.
5. Federated Learning: Challenges, Methods, and Future Directions / T. Li, A.K. Sahu, A. Talwalkar, V. Smith // IEEE Signal Processing Magazine. – 2020. – Vol. 37, No. 3. – P. 50–60.
6. Advances and Open Problems in Federated Learning / P. Kairouz, H.B. McMahan, B. Avent et al. // Foundations and Trends in Machine Learning. – 2021. – Vol. 14, No. 1-2. – P. 1–210.
7. A Survey on Federated Learning / C. Zhang, Y. Xie, H. Bai, B. Yu, W. Li, Y. Gao // Knowledge-Based Systems. – 2021. – Vol. 216. – P. 106775.
8. A Survey on Federated Learning Systems: Vision, Hype and Reality for Data Privacy and Protection / Q. Li, Z. Wen, Z. Wu, S. Hu, N. Wang, Y. Li, X. Liu, B. He // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. – 2021.

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ API ДЛЯ НАСТОЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

А.С. Кученко, К.А. Ларионов, Т.Р. Рафиков,

Н.Е. Исайченко, студенты каф. КСУП

Научные руководители: А.Е. Горяинов, доцент каф. КСУП, к.т.н.;

А.А. Калентьев, доцент каф. КСУП, к.т.н.

Проект ГПО КСУП-2203. Разработка ПО

в области радиоэлектроники

г. Томск, ТУСУР, skucenko361@gmail.com

Рассматриваются различные подходы к разработке API для настольных приложений, их преимущества и недостатки, а также даются рекомендации по выбору подходящего подхода в зависимости от задач приложения.

Ключевые слова: API, настольные приложения, IPC, gRPC, SOAP, производительность, интеграция.

Целью является анализ современных подходов к разработке API для настольных приложений, их сравнение и предоставление рекомендаций по выбору оптимального решения в зависимости от требований проекта.

API (Application Programming Interface) – это набор протоколов и инструментов, которые позволяют различным компонентам программного обеспечения взаимодействовать друг с другом. В контексте настольных приложений API играет ключевую роль в обеспечении взаимодействия между модулями приложения и интеграции с внешними системами, такими как базы данных, корпоративные системы и облачные сервисы.

Для настольных приложений можно выделить три ключевые технологии: IPC, gRPC и SOAP.

Inter-Process Communication (IPC) представляет собой набор методов обмена данными между процессами на одной или нескольких машинах. В контексте настольных приложений IPC используется для взаимодействия между модулями программы или с внешними процессами. Основные методы IPC – сокеты, общая память (shared memory) и каналы (pipes).

Сокеты позволяют передавать данные между процессами через сеть, делая этот метод подходящим для распределённых приложений. Общая память и каналы обеспечивают более прямое и быстрое взаимодействие между процессами на одной машине, позволяя добиться высокой производительности и минимальных задержек. Например, мультимедийные редакторы могут использовать IPC для быстрого

обмена данными между модулями, такими как обработка графики, звука или ввода с клавиатуры.

Преимущества IPC включают низкие задержки и высокую производительность при обмене данными на одном устройстве. Однако этот метод требует тщательной настройки и знания низкоуровневых механизмов взаимодействия. Например, работа с общей памятью требует синхронизации доступа к данным для предотвращения конфликтов [1].

gRPC – это фреймворк, разработанный Google для создания высокопроизводительных API. Он использует HTTP/2, поддерживает бинарный формат данных и потоковую передачу, что обеспечивает высокую производительность при передаче данных как между процессами на одном устройстве, так и по сети. Это особенно важно для приложений, требующих масштабируемости и низких задержек.

gRPC применяется для взаимодействия сервисов в распределённых системах и может использоваться для API настольных приложений, где важна высокая скорость обмена данными. Например, системы видеоконференций требуют поддержки потоковой передачи и быстрой обработки запросов. Недостатки gRPC включают необходимость настройки схем данных и ограниченную поддержку в некоторых языках программирования [2].

SOAP – это протокол обмена сообщениями между клиентом и сервером, использующий XML для форматирования данных. Несмотря на сложность и высокие накладные расходы, SOAP остаётся популярным в корпоративных приложениях, где важны безопасность и поддержка сложных транзакций.

SOAP поддерживает WS-Security и строгую типизацию, что делает его подходящим для приложений с высокими требованиями к безопасности и стабильности. Однако это не означает, что другие технологии не обеспечивают безопасность. Например, gRPC использует TLS для шифрования трафика, а в IPC можно реализовать механизмы контроля доступа.

SOAP имеет высокие накладные расходы из-за необходимости обработки XML и сложных механизмов безопасности. Производительность SOAP существенно ниже по сравнению с gRPC и IPC. Например, парсинг XML и связанные операции могут приводить к задержкам на порядок выше по сравнению с бинарными протоколами [3].

При выборе подхода для API важно учитывать производительность, сложность реализации и поддержку сообщества. Каждый метод имеет свои сильные и слабые стороны, и выбор зависит от требований приложения.

В плане производительности IPC и gRPC показывают лучшие результаты. IPC, благодаря низкоуровневой реализации, обеспечивает минимальные задержки при обмене данными на одной машине. gRPC также обладает высокой производительностью за счёт бинарного формата данных и использования HTTP/2, однако требует настройки схем данных и управления соединениями. Работа с shared memory в IPC сложнее в плане синхронизации обращения к данным, тогда как пересылка данных по сети с gRPC использует более простую модель буферов отправки и получения.

SOAP, в свою очередь, имеет большие накладные расходы из-за использования XML и сложных механизмов безопасности и транзакций. Разница в производительности с другими подходами может составлять несколько порядков, что делает SOAP менее подходящим для приложений с высокими требованиями к скорости взаимодействия.

Выбор подхода для API влияет на эффективность работы приложения. Локальные системы с минимальными задержками выигрывают от IPC, высокопроизводительные распределённые приложения – от gRPC, а корпоративные решения с повышенными требованиями безопасности – от SOAP. У каждого подхода есть особенности, которые необходимо учитывать при проектировании архитектуры настольных приложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт RSDN: IPC (Inter-Process 2Communication) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rsdn.org/article/baseserv/ipc.xml>, свободный (дата обращения: 06.03.2024).
2. Официальная документация gRPC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://grpc.io/docs/>, свободный (дата обращения: 06.03.2024).
3. Официальная спецификация SOAP (Simple Object Access Protocol) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/2000/NOTE-SOAP-20000508/>, свободный (дата обращения: 06.03.2024).

УДК 004.4'2

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЛАЧНЫХ СРЕД РАЗРАБОТКИ ДЛЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

С.С. Исматуллова, студентка

*Научный руководитель А.С. Колтайс, ст. преп. каф. ЭБ
Проект ГПО ЭБ-2301. Разработка электронного курса
по профессии «Системный аналитик»
г. Томск, ТУСУР, sabina.ismatulloeva.s@bk.ru*

Дан сравнительный анализ облачных сред разработки для машинного обучения и обработки данных, предлагающих функциональ-

ность, аналогичную Google Colaboratory. Исследование охватывает несколько популярных платформ, оценивая их по критериям доступности вычислительных ресурсов (GPU, TPU, vCPU), объема дискового пространства, интерфейса, интеграции с другими сервисами, возможностям совместной работы, длительностью сессии бесплатного периода, поддержки языков программирования. На основе проведенного анализа формулируются выводы о преимуществах и недостатках каждой из рассмотренных сред, а также даются рекомендации по выбору платформы с ресурсами и доступностью, сравнимыми с Colab. Результаты исследования будут полезны для начинающих разработчиков и аналитиков при работе с нейронными сетями и машинным обучением.

Ключевые слова: нейронные сети, машинное обучение, искусственный интеллект, среда разработки.

В последние годы наблюдается бурный рост популярности облачных сред разработки для машинного обучения и научных вычислений, и в мире, где данные играют ключевую роль, навыки работы с нейронными сетями становятся все более востребованными среди аналитиков. Google Colaboratory (Colab) стал одним из наиболее популярных инструментов, предоставляя удобный и бесплатный доступ к мощным вычислительным ресурсам, включая GPU и TPU (tensor processing unit – специализированный программный ускоритель, созданный компанией Google) [1]. Однако из-за неявных ограничений GPU и отсутствия возможности у начинающих разработчиков подключить платную подписку Colab не дает возможности полного доступа к ресурсам на своей платформе, что может привести к потере результатов и увеличению времени работы над проектом.

Среда разработки Replit представляет собой расширенный функционал для работы со множеством языков программирования со встроенным искусственным интеллектом GPT-4 [2].

Yandex DataSphere – это комплексная облачная среда для машинного обучения, обеспечивающая полный цикл разработки. Она предоставляет удобный веб-интерфейс с привычным Jupyter Notebook и сервисами Yandex Cloud, позволяет использовать бессерверные вычисления и гибко управлять вычислительными ресурсами [3].

Kaggle Kernels – это бесплатная облачная платформа для анализа данных и машинного обучения, предлагающая доступ к вычислительным ресурсам GPU и TPU. В Kernels доступны такие языки программирования, как Python и R, а также предустановлены необходимые библиотеки (Pandas, NumPy и др.). Платформа подходит для обучения моделей и работы с большими данными. Kernels имеет возможность пользователям просматривать, запускать и делиться своими проектами [4].

По данным сред разработок была составлена сравнительная таблица.

Сравнительная характеристика облачных сред разработок

Параметры для сравнения	Replit	Yandex DataSphere	Kaggle Kernels	Google Colaboratory
Интерфейс	Веб-IDE	Веб-IDE (JupyterLab)	Веб-IDE (Jupyter Notebook)	Веб-IDE (Jupyter Notebook)
Доступные вычислительные ресурсы	vCPU, GPU	vCPU, GPU	CPU, GPU, TPU	CPU, GPU, TPU
Интеграция с другими сервисами	GitHub, ChatGPT-4	GitHub, YandexGPT, Yandex Cloud, Google Drive	Публичные наборы данных Kaggle	Google Cloud, Google Drive
Совместная работа	Да	Да	Да	Да
Длительность сессии в бесплатном периоде	20 ч	Нет	9 ч	12 ч
Поддержка языков программирования	Python, C++, HTML, CSS, Ruby, R и др.	Python, R	Python, R	Python
Дисковое пространство	0,5 ГБ (бесплатный период), 5–10 ГБ (платный период)	10 ГБ	20 ГБ	15 ГБ (бесплатный период), 49–359 ГБ (платный период)

В результате анализа были выявлены сильные и слабые стороны каждой платформы. Replit, благодаря поддержке широкого спектра языков, подходит для быстрого прототипирования и обучения, хотя и имеет ограничения по вычислительным ресурсам. Yandex DataSphere, интегрированная с экосистемой Yandex Cloud, без бесплатного доступа предоставляет мощные вычислительные возможности и подходит для масштабных проектов. Kaggle Kernels предлагает бесплатный доступ к GPU и TPU и интегрирована с набором публичных данных Kaggle, но имеет ограничения по дисковому пространству и длительности сессии.

Выбор наиболее подходящей платформы зависит от конкретных требований проекта. Рассмотренные среды разработок имеют аналогичный или превосходящий функционал по отдельным критериям. Для простых задач и обучения рекомендуется Replit или Google

Colaboratory, для работы с большими объемами данных и масштабируемыми вычислениями – Yandex DataSphere, а для участия в соревнованиях и работы с открытыми данными – Kaggle Kernels.

ЛИТЕРАТУРА

1. Google Colab Additional Terms of Service [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://research.google.com/colaboratory/tos_v5.html, свободный (дата обращения: 16.03.2025).
2. Replit Docs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.replit.com/getting-started/intro-replit>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).
3. Yandex DataSphere, Yandex Cloud – Документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.cloud/ru/docs/datasphere/>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).
4. Getting Started on Kaggle. Kaggle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kaggle.com/docs>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).

УДК 004.41

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЁТОВ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ММГ ПО I ПРИНЦИПУ

А.А. Иванов, студент каф. КСУП

*Научный руководитель Е.С. Мурзин, ст. преп. каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, ivanov.artem.andr@gmail.com*

Поставлена проблематика в предметной области. Определены цель и задачи для решения проблемы. Описаны основные решения задач при расчёте оснований и фундаментов при использовании многолетнемёрзлых грунтов.

Ключевые слова: свая, ММГ, ИГИ, .NET, WPF

Для обустройства кустовых площадок в районах с вечной мерзлотой нужно забивать сваи в многолетнемёрзлый грунт – грунт, находящийся в мёрзлом состоянии постоянно в течение трёх и более лет (ММГ) [1]. При проектировании данных сооружений необходимо учитывать особенности грунтов. Существует два принципа использования ММГ в качестве оснований сооружений.

I принцип заключается в сохранении отрицательной температуры грунтов в процессе строительства и всего периода эксплуатации. II принцип допускает использовать грунты в оттаяном или оттаивающем состоянии на рассчитанную глубину.

Для таких расчетов может быть использовано ПО «Свая-САПР Про» от ООО «НК «Роснефть» – НТЦ». Но для сооружений повы-

шенного уровня ответственности необходима перекрёстная проверка результатов расчёта с использованием как минимум двух программ. Для обеспечения такой возможности было принято решение разработать ПО-аналог в виде desktop-приложения с использованием .NET и WPF [2]. Это современные технологии, которые предоставляют большую гибкость при разработке.

Для упрощения процесса проектирования было принято решение автоматизировать расчёт оснований с использованием I принципа, настроить получение данных из базы инженерных геологических изысканий (ИГИ), добавить экспорт результатов в САПР, формирование отчёта. Данные изменения являются модернизацией разрабатываемого ПО.

При работе в ПО пользователи могут импортировать из базы ИГИ по коду объекта всю информацию о грунтах и скважинах на объекте. Также они могут внести все данные вручную. При этом проводится проверка на ошибки при каждом обновлении данных в проекте, а также выводится краткий отчёт с основными результатами расчёта (рис. 1).



Рис. 1. Схема работы ПО

Экспортировать в САПР можно как саму геологическую скважину, так и результат расчёта на вертикальную нагрузку сваи.

Отчёт формируется динамически в зависимости от результатов расчёта или разных условий, выбранных пользователем. Данный отчёт является модульным и при изменении свода правил или других нормативных документов можно будет быстро и без проблем внести требуемые правки.

В результате модернизации были актуализированы методики расчёта до современных требований свода правил, добавлен расчёт горизонтальных нагрузок на сваю. Трудозатраты сокращены на 77%.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 25.13330.2020. СНиП 2.02.04-88. Основания и фундаменты на вечноммерзлых грунтах. – 2020. – 135 с.

2. Общие сведения о WPF [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/desktop/wpf/introduction-to-wpf?view=netframeworkdesktop-4.8>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).

УДК 004.9

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ: КЛИЕНТСКАЯ ЧАСТЬ

Н.Е. Будеева, М.В. Паниюкова,

А.С. Карташова, студентки каф. АСУ

Научный руководитель В.В. Романенко, зав. каф. АСУ, к.т.н.

*Проект ГПО АСУ-2505. Автоматизированная система
составления расписания занятий*

г. Томск, ТУСУР, budeevanata@yandex.ru

Рассматривается постановка задачи составления расписания лабораторно-экзаменационной сессии для студентов дистанционной формы обучения, а также разработка клиентской части (frontend) веб-сервиса, автоматизирующего процесс составления расписания.

Ключевые слова: автоматизация составления расписания, веб-сервис, frontend, React, Jinja2.

Студенты факультета дистанционного обучения (ФДО) ТУСУРа осваивают образовательную программу в удаленном режиме и только один раз за все время обучения приезжают в вуз для очного прохождения лабораторно-экзаменационной сессии (ЛЭС). При формировании расписания ЛЭС возникают две существенные проблемы. Во-первых, информационные процессы бюро расписаний ТУСУР в их текущем виде не позволяют добавлять расписание ЛЭС в общую сетку расписания вуза. В итоге ни студенты, ни преподаватели на веб-странице расписания занятий сайта ТУСУРа эту информацию не видят. Во-вторых, лицу, ответственному за проведение ЛЭС на каждой конкретной кафедре, приходится формировать расписание ЛЭС в ручном режиме. При этом ему необходимо одновременно решать целый ряд задач:

- учитывать имеющийся аудиторный фонд для проведения занятий разного вида (лекции, практики, лабораторные работы, собрания);
- учитывать занятость аудиторий в период проведения ЛЭС, а также имеющееся расписание преподавателей, извлекая эту информацию из веб-страниц расписания занятий и загруженности аудиторного фонда на сайте ТУСУРа;

- учитывать дополнительные пожелания преподавателей, связанные с возможностью или невозможностью проведения занятий в определенное время (например, связанные с преподавательской деятельностью в других вузах);
- учитывать общую логику в порядке занятий (например, чтобы практики в расписании не появились раньше лекций, чтобы минимизировать количество окон в расписании – как для студентов, так и преподавателей и т.д.).

В итоге получается документ, примерный вид которого показан на рис. 1, который выкладывается в СДО (система дистанционного обучения студентов ТУСУРа), а также рассылается по электронной почте преподавателям.

Расписание занятий комплексного лабораторного практикума по направлению 09.03.01
Лекционные занятия – Лабораторные работы (удалено) – Собрания

		1 (08:50-10:25)	2 (10:40-12:15)	3 (13:15-14:50)	4 (15:00-16:35)	5 (16:45-18:20)	6 (18:30-20:05)
13.01	Пн	Завтра в Томск				Организационное собрание, Романенко Владимир Васильевич, 412ф	
14.01	Вт	Программирование, Алферов Сергей Михайлович, 412ф		Учебно-проектная деятельность (УПД), Катаев Михаил Юрьевич, 412ф			
15.01	Ср	Параллельное программирование (ПП), Романенко Владимир Васильевич, 412ф		Структуры и алгоритмы обработки данных (СкАОД), Горшков Александр Николаевич, 412ф			
16.01	Чт	Распределенные вычислительные системы (РВС), Резанов Виталий Григорьевич, 412ф		Базы данных (БД), Лушников Андрей Николаевич, 412ф			
17.01	Пт	СкАОД, гр. 1, Горшков А.Н., 418ф		Объектно-ориентированное программирование (ООП), Катаев Михаил Юрьевич, 412ф		БД, гр. 2, Лушников А.Н., 401ф	
18.01	Сб	СкАОД, гр. 2, Горшков А.Н., 439ф		Программирование, гр. 1, Алферов С.М., 401ф			
19.01	Вс	Выходной					
20.01	Пн	Программирование, гр. 2, Алферов С.М., 415ф		УПД, гр. 1, Катаев М.Ю., 418ф		БД, гр. 1, Лушников А.Н., 439ф	
21.01	Вт	ПП, гр. 1, Романенко В.В., 437ф	РВС, гр. 2, Резанов В.Г., 401ф	УПД, гр. 2, Катаев М.Ю., 438ф			
22.01	Ср	ПП, гр. 2, Романенко В.В., 401ф		РВС, гр. 1, Резанов В.Г., 401ф		ООП, гр. 1, Катаев М.Ю., 401ф	
23.01	Чт			СкАОД, гр. 1, Горшков А.Н., 418ф		ООП, гр. 2, Катаев М.Ю., 438ф	
24.01	Пт	СкАОД, гр. 2, Горшков А.Н., 439ф					
25.01	Сб	Программирование, гр. 1, Алферов С.М., 401ф		БД, гр. 2, Лушников А.Н., 401ф			

Рис. 1. Пример расписания занятий ЛЭС

Необходим инструмент, автоматизирующий данный процесс. Таким образом, цель текущего этапа проекта – создание инструмента, позволяющего в автоматизированном режиме формировать расписание ЛЭС, а также отображать его, и которым было бы удобно пользоваться администратору (лицу, ответственному за составление расписания), преподавателям и студентам. По этой причине было решено реализовать инструмент в виде веб-сервиса [1].

Данный веб-сервис должен представлять администратору функционал для составления и корректировки расписания ЛЭС студентов ФДО в автоматизированном режиме. Логика работы программы будет построена на принципе гибкости и интерактивности, позволяя учитывать множество факторов при создании оптимального расписания. Ключевые функции веб-сервиса:

1. Управление данными. Администратор должен иметь доступ к базе данных, содержащей информацию о преподавателях, аудиториях, учебных группах, дисциплинах и типах занятий. Интерфейс должен позволять добавлять, редактировать и удалять эти данные, обеспечивая актуальность информации.

2. Инструменты для составления расписания:

- Динамические таблицы. Для наглядного представления расписания должны использоваться интерактивные таблицы, отображающие распределение занятий по времени и аудиториям.

- Визуальный редактор расписания. Администратор должен иметь возможность легко перетаскивать занятия между различными временными слотами и аудиториями, визуально формируя расписание по технологии drag-and-drop.

- Календарный вид. Расписание должно отображаться в виде календаря для удобного просмотра и анализа.

3. Шаблоны расписаний. Для ускорения процесса составления расписания должна быть предусмотрена возможность создания и использования шаблонов, которые могут быть адаптированы под конкретные нужды.

4. Обработка конфликтов. Сервис должен автоматически проверять расписание на наличие конфликтов (например, два занятия в одной аудитории в одно и то же время и т.д.) и предупреждать администратора.

5. Сохранение и экспорт. Готовое расписание должно сохраняться в базе данных, выводиться на веб-страницу в удобочитаемом виде для преподавателей и студентов, а также должен быть предусмотрен экспорт в различные форматы (например, PDF) для печати или использования в других системах.

Для обеспечения всех перечисленных функций для реализации проекта было решено использовать библиотеку React для динамического интерфейса и шаблонизатор Jinja2 для серверного рендеринга страниц. Основой интерфейса будет являться React с использованием Material UI для стилизации компонентов [2, 3].

В перспективе планируется возможность автоматизированной генерации расписания, интеграции с внешними системами управления обучением (LMS) и календарными сервисами (Google Calendar,

Outlook). Добавление мобильной версии сервиса позволит студентам и преподавателям быстро получать актуальную информацию о расписании. Возможна реализация системы уведомлений, которая будет автоматически напоминать о предстоящих занятиях и изменениях в расписании. В дальнейшем возможно использование данного инструмента для составления расписания занятий студентов ТУСУРа других форм обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галаванова Ю.И. Обзор современных методов в автоматизации составления расписания в образовательных организациях общего образования // Достижения науки и образования. – 2018. – № 3 (25). – С. 15–17.
2. Суханов А.Я. Разработка веб-сервисов для научных и прикладных задач: учеб. пособие. – Томск: ТУСУР, 2024. – 182 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://edu.tusur.ru/publications/10801> (дата обращения: 17.03.2025).
3. Гринберг М. Разработка веб-приложений с использованием Flask на языке Python / пер. с англ. А.Н. Киселева. – М.: ДМК-Пресс, 2016. – 272 с.

УДК 004.4'23

ВЫБОР СТЕКА РАЗРАБОТКИ ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «ТОМСК ДЛЯ КАЖДОГО»

Г.А. Катренко, С.С. Масликов,

А.И. Глушенкова, студенты каф. КСУП

Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, к.т.н., доцент каф. КСУП

*Проект ГПО КСУП-1803. Автоматизированная информационная
система поддержки учебного процесса кафедры
г. Томск, ТУСУР, glebkatrenko67@gmail.com*

«Томск для каждого» – информационный ресурс, направленный на повышение заинтересованности о значимых местах города. Чтобы приложение было качественным и имело возможность к масштабированию, необходимо правильно выбрать технологии для разработки. В статье рассматривается процесс выбора стека технологий для фронтенд-разработки веб-приложения. Описаны ключевые инструменты, включая Figma для прототипирования, HTML и CSS для разметки и стилизации, библиотеки для ускорения верстки и создания динамических интерфейсов. Рассмотрены причины выбора конкретного стека, его преимущества, а также рекомендации по организации проекта.

Ключевые слова: фронтенд, веб-разработка, React, Bootstrap, HTML, CSS, прототипирование, UI-библиотеки.

Задача в данной работе – рассмотреть основные технологии для разработки веб-приложения, их преимущества и способы интеграции.

Результат работы. В ходе работы проведён анализ и обзор аналогов. Сравнение CSS-фреймворков представлено в табл. 1. Сравнение JavaScript библиотек представлено в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

Сравнение CSS-фреймворков [1]

Критерий	Вес	Bootstrap	Tailwind CSS	Material UI	Ant design
Простота использования	0,25	9	7	8	7
Гибкость	0,20	8	10	8	7
Наличие готовых компонентов	0,20	9	5	9	10
Производительность	0,15	8	9	8	6
Сообщество и документация	0,10	9	8	9	6
Адаптивность	0,10	9	8	8	8
Балл с учетом весом критерия		8,6	8,3	7,65	7,55

Т а б л и ц а 2

Сравнение JavaScript библиотек

Критерий	Вес	Vue.js	React	Angular	Svelte
Простота использования	0,20	8	9	6	9
Гибкость	0,20	8	9	7	9
Производительность	0,15	9	8	7	10
Сообщество и экосистема	0,20	8	10	9	7
Простота в изучении	0,15	9	8	6	9
Поддержка крупных проектов	0,10	7	10	10	6
Балл с учётом веса критерия		8,4	9,0	8,2	7,4

В результате анализа выбран следующий стек:

Figma. Перед началом разработки важно создать визуальный прототип будущего приложения. Figma – это удобный инструмент для дизайна интерфейсов, который позволяет разработчикам и дизайнерам совместно работать над проектом.

HTML и CSS [2]. HTML определяет структуру веб-страницы, а CSS отвечает за её стилизацию. Без этих технологий невозможно создать веб-приложение.

Bootstrap [3]. Популярный CSS-фреймворк, содержащий готовые компоненты для удобной верстки. Он упрощает создание адаптивных интерфейсов и ускоряет процесс разработки.

React [4]. Библиотека для создания пользовательских интерфейсов, разработанная Facebook. Она позволяет строить компонентную архитектуру, обеспечивающую повторное использование кода и удобство в разработке сложных веб-приложений.

Анализ полученных результатов

– *Простота и удобство в освоении* – все технологии обладают обширной документацией и большим количеством обучающих материалов.

– *Гибкость и масштабируемость* – использование React и Bootstrap позволяет легко адаптировать проект к изменяющимся требованиям.

– *Поддержка сообщества и экосистема* – стек постоянно развивается благодаря активному сообществу разработчиков, которое не только предоставляет множество библиотек и готовых решений, но и регулярно улучшает существующие инструменты, добавляя новые возможности и повышая их эффективность.

Рекомендации по использованию

– *Организация структуры проекта.* При разработке на React важно соблюдать модульный принцип: разбивать код на отдельные компоненты и организовывать файловую структуру по удобному паттерну (например, feature-based).

– *Использование компонентов в React.* React-компоненты позволяют разрабатывать интерфейс по принципу повторного использования. Это улучшает читаемость кода и ускоряет разработку.

Заключение. Выбор правильного стека технологий значительно упрощает процесс разработки и последующей поддержки проекта. Использование связки HTML, CSS, Bootstrap и React позволяет создавать удобные и масштабируемые веб-приложения.

ЛИТЕРАТУРА

1. 10 лучших CSS-библиотек и фреймворков для быстрой разработки фронтенда [Электронный ресурс]. – URL: <https://proglib.io/p/10-luchshih-css-bibliotek-i-freymvorkov-dlya-bystroy-razrabotki-frontenda-2024-10-30> (дата обращения: 13.03.2025)

2. Робинс Дж. HTML5, CSS3 и JavaScript. Исчерпывающее руководство / пер. М.А. Райтман. – М.: Эксмо, 2014. – 699 с.

3. Официальная документация Bootstrap [Электронный ресурс]. – URL: <https://getbootstrap.com/docs/5.3/getting-started/introduction/> (дата обращения: 09.03.2025).

4. Официальная документация React [Электронный ресурс]. – URL: <https://react.dev/> (дата обращения: 09.03.2025).

**СБОР ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ВЫДАННЫМ СРЕДСТВАМ
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ (СИЗ)
С ПОМОЩЬЮ TELEGRAM-БОТА**

Э.А. Латышева, студентка каф. УИ;

А.В. Малков, студент каф. АОИ

*Научный руководитель Т.А. Байгулова, ст. преп. каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, elina599599@gmail.com*

Описывается разработка чат-бота, предназначенного для сбора информации о средствах индивидуальной защиты (СИЗ) и инструментах, выдаваемых сотрудникам компаний.

Ключевые слова: чат-бот, обратная связь, средства индивидуальной защиты (СИЗ), инструменты, автоматизация, импортозамещение, Python, цифровизация.

В рамках производственной практики стояла задача разработки чат-бота для сбора развернутой обратной связи по выданным средствам индивидуальной защиты (СИЗ) и инструментам. Данная программа должна обеспечивать быстрый, удобный и структурированный процесс получения мнений сотрудников о качестве закупаемых товаров. Создание такого чат-бота обусловлено изменениями в закупочной политике компании. В связи с программой импортозамещения компания начала приобретать СИЗ и инструменты у новых поставщиков. Однако перед тем как закрепить новых поставщиков в качестве основных, не потратив лишние средства из бюджета, необходимо провести анализ качества поставляемой продукции. Для этого требовалось организовать процесс сбора обратной связи от сотрудников, использующих средства индивидуальной защиты в рабочих условиях – на нефтяных промыслах.

Разработка чат-бота позволит создать удобный канал коммуникации между сотрудниками в офисах и сотрудниками на промыслах. Через него пользователи смогут быстро и легко оставлять развернутые отзывы о средствах индивидуальной защиты и инструментах, оценивать их качество, указывать на возможные недостатки, а также отправлять фотографии поломок.

Вопросы, которые задает бот для сбора обратной связи:

1. Последние 4 цифры табельного номера.
2. Подразделение.
3. Наименование СИЗ.
4. Описание проблемы / описание инструмента в свободной форме (код материала, год поступления, производитель, описание проблемы).
5. Фотография поломки.

Разработанный чат-бот реализован с использованием библиотеки «telebot». Код составляют функции, которые реагируют на команды и пользовательский ввод, формируя логику взаимодействия с пользователем.

В боте реализована клавиатура [1], ее название – «ReplyKeyboardMarkup». Клавиатура позволяет выбирать категории (СИЗ или инструменты), подкатегории (одежда, обувь), а также завершать заполнение отчета. Данные о текущем сеансе пользователя временно хранятся в словаре user_data. В нем сохраняются:

- список ответов на вопросы,
- загруженные фотографии,
- текущий индекс вопроса,
- выбранная категория (СИЗ или инструменты).

Результаты опроса отправляют в специальный групповой чат [2], где формируется отчет. Чат задается в переменной «GROUP_CHAT_ID». После каждого ответа пользователя бот запрашивает следующий вопрос. Когда вопросы заканчиваются, бот предлагает пользователю отправить фотографии поломки или акта о выявленных несоответствиях. Бот принимает изображения и сохраняет их в user_data[chat_id] [«photos»].

После завершения опроса бот формирует текстовое сообщение с ответами пользователя. Если были прикреплены фотографии, то он отправляет их в группу «GROUP_CHAT_ID» в виде фотографий с подписью (рис. 1).



Рис. 1. Оформление отчета с фотографией

Если фотографии нет, отчет отправляется как обычное текстовое сообщение. После отправки отчета бот уведомляет пользователя и удаляет его данные из массива данных «user_data», чтобы пользователь мог оставлять новые отзывы.

Telegram-боты являются удобным инструментом с большой функциональностью. В будущем с помощью созданного бота планируется реализовать «бесшовный» механизм создания акта о выявленных несоответствиях, в задачи которого будет входить автоматическое формирование акта на основе шаблона и передача его по почте сотрудникам, которые будут решать проблему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Урок 5. Клавиатуры и кнопки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://surik00.gitbooks.io/aiogram-lessons/content/chapter5.html>, свободный (дата обращения: 16.02.2025).

2. Как добавить бота в группу в Telegram [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://inlnk.ru/yOxOe7> свободный (дата обращения: 20.02.2025).

УДК 681.3

ОБЗОР МОДЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА YOLO: ЭВОЛЮЦИЯ АРХИТЕКТУР, СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Д.А. Агафонов, А.Р. Мальцев, студенты каф. АСУ
Научный руководитель М.Ю. Катаев, д.т.н., проф. каф. АСУ
г. Томск, ТУСУР, p0420215@gmail.com

Представлен обзор эволюции моделей YOLO (You Only Look Once), предназначенных для детекции объектов. Рассмотрены ключевые версии от YOLOv1 (2015) до YOLOv12 (2025), их архитектурные особенности, улучшения и области применения.

Ключевые слова: YOLO, детекция объектов, компьютерное зрение, автономные системы.

Семейство моделей YOLO представляет собой одну из наиболее значимых разработок в области компьютерного зрения, обеспечивая детекцию объектов с уникальным сочетанием скорости и точности. Впервые представленная Джозефом Редмоном в 2015 г. YOLOv1 заложила основы одноэтапного подхода, который был усовершенствован в последующих версиях вплоть до YOLOv12, выпущенной в феврале 2025 г. независимой командой исследователей при поддержке Ultralytics. За десятилетие модели YOLO эволюционировали от экспериментального инструмента до универсального решения, находящего применение в самых разных сферах.

В статье выделены три этапа эволюции YOLO, проведён сравнительный анализ производительности и рассмотрены перспективы дальнейшего развития.

1. *Начальный этап*: рождение одноэтапной детекции (YOLOv1–YOLOv2, 2015–2016).

Развитие YOLO началось с YOLOv1 в 2015 г. Эта модель предложила принципиально новый подход к детекции объектов, отличающийся от двухэтапных методов, таких как R-CNN. Вместо последовательного анализа регионов изображения YOLOv1 делила его на сетку $S \times S$ (обычно 7×7), где каждая ячейка предсказывала несколько bounding boxes, confidence scores и классы объектов. Такой подход позволил достичь скорости обработки до 45 FPS на GPU того времени (например, NVIDIA Titan X), что сделало YOLO пригодной для задач реального времени. Однако точность оставалась ограниченной (mAP = 63,4 на датасете PASCAL VOC), особенно для мелких объектов и плотных сцен из-за фиксированного размера сетки и ограниченного числа предсказаний.

Следующим шагом стала YOLOv2 (2016), также известная как YOLO9000. Эта версия устранила многие недостатки предшествующей модели. Введение anchor boxes улучшило предсказание bounding boxes, позволяя модели адаптироваться к объектам разных форм и размеров. Batch Normalization ускорило обучение и повысило стабильность, а multi-scale training сделало модель более гибкой к различным разрешениям входных изображений. YOLO9000 расширила возможности классификации до 9 000 классов, используя иерархическую структуру WordTree.

2. *Средний этап*: поиск баланса между скоростью и точностью (YOLOv3–YOLOv5, 2018–2020).

Второй этап характеризуется стремлением к универсальности и повышению точности без значительных потерь в скорости. YOLOv3 (2018) внедрила backbone Darknet-53, вдохновленный остаточными сетями (ResNet). Это позволило модели эффективно извлекать признаки, сохраняя высокую скорость.

YOLOv4 (2020) продолжила совершенствование, внедрив backbone CSPDarknet53 и новые методы аугментации данных, такие как Mosaic (комбинирование четырех изображений в одно) и CutMix.

В то же время YOLOv5, разработанная Ultralytics, хотя и не является официальным продолжением от Редмона, стала широко используемой благодаря удобному интерфейсу на PyTorch, модульной структуре и доступным предварительно обученным весам. Этот этап завершил формирование YOLO как универсального инструмента, подходящего как для исследователей, так и для инженеров.

3. *Современный этап*: оптимизация и многофункциональность (YOLOv6–YOLOv12, 2021–2025).

Третий этап развития сосредоточен на достижении максимальной производительности и адаптации к новым задачам. YOLOv6 и YOLOv7, разработанные различными командами, предложили улучшенные архитектуры backbone и методы обучения, такие как эффективные слои агрегации признаков и оптимизация для устройств с ограниченными ресурсами. YOLOv8 от Ultralytics добавила поддержку дополнительных задач – сегментации (instance segmentation) и классификации – сохранив высокую производительность.

YOLOv11, представленная 30 сентября 2024 г., улучшила точность на 2% по сравнению с YOLOv8 и увеличила скорость обработки благодаря оптимизированной архитектуре и новым подходам к аугментации и регуляризации.

YOLOv12, представленная в феврале 2025 г. независимой командой исследователей (Юнцзе Тянь, Цисян Е, Дэвид Дорманн) с поддержкой Ultralytics, стала новым лидером. Она внедрила механизмы внимания, такие как FlashAttention, что повысило точность. Доступная в вариантах Nano, Small, Medium, Large и Turbo, YOLOv12 адаптирована для любых платформ, от серверов до edge-устройств, подчеркивая переход к высокой производительности и гибкости.

Сравнительный анализ производительности. Для наглядности сравнение ключевых версий YOLO по метрикам: точность (mAP), скорость (FPS) и размер модели (MB) – представлено в табл. 1. Данные основаны на тестах с датасетом COCO и GPU NVIDIA V100 (где применимо).

Таблица 1

Сравнение ключевых версий YOLO

Версия	Год	mAP(COCO)	FPS(V100)	Размер модели (MB)
YOLOv1	2015	21,6	45	200
YOLOv2	2016	21,6	40	150
YOLOv3	2018	33,0	30	235
YOLOv4	2020	43,5	50	245
YOLOv5-S	2020	37,4	140	14,4
YOLOv8-M	2023	50,2	160	41,3
YOLOv11-M	2024	51,5	>160	52
YOLOv12-M	2025	52,5	>165	58

Можем видеть, как YOLO эволюционировала от быстрой, но менее точной модели к компактным и высокопроизводительным версиям. Ранние версии были громоздкими и уступали в точности, тогда как современные модели, особенно начиная с YOLOv5, значительно сократили размер и увеличили скорость, сохраняя рост точности.

YOLOv12-M выделяется как текущий лидер, сочетая высокие показатели по всем метрикам.

Различные версии YOLOv12 рассмотрим более детально в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение вариантов YOLOv12

Вариант	mAP(COCO)	FPS(V100)	Размер модели (MB)
YOLOv12n	40,6	210	6
YOLOv12s	48,0	185	20
YOLOv12m	52,5	170	55
YOLOv12l	53,7	125	110
YOLOv12x	55,2	100	150

Варианты YOLOv12 подчёркивают её адаптивность: Nano обеспечивает максимальную скорость и компактность, Small и Medium предлагают сбалансированное решение, Large достигает высокой точности, а X-версия ориентирована на сложные задачи с повышенными требованиями к точности и вычислительной мощности.

Эволюция YOLO демонстрирует стремление к повышению точности, снижению вычислительных затрат и расширению функциональных возможностей. YOLO находит широкое применение в различных сферах, включая автономные транспортные системы, видеонаблюдение, медицину и робототехнику. В нашем случае будут тестироваться последние модели для обнаружения свалок мусора на изображениях, полученных с БПЛА, что позволит эффективно решать экологические задачи и автоматизировать мониторинг загрязнённых территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jocher G. YOLOv8: The Latest Version of YOLO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ultralytics.com/blog/yolov8>, свободный (дата обращения: 07.03.2025).
2. Ultralytics. YOLOv5: A State-of-the-Art Object Detection Model [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/ultralytics/yolov5>, свободный (дата обращения: 08.03.2025).
3. Tian Y. YOLOv12: Enhancements in Real-Time Object Detection / Y. Tian, Q. Ye, D. Doermann [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2502.12524>, свободный (дата обращения: 06.03.2025).
4. Ultralytics. YOLOv8 Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.ultralytics.com/models/yolo8/>, свободный (дата обращения: 05.03.2025).
5. Ultralytics. YOLOv11 Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.ultralytics.com/models/yolo11/>, свободный (дата обращения: 05.03.2025).

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗОВОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ
АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА**

*А.С. Мандриченко, старший оператор роты (научной);
А.А. Шмидт, адъюнкт научно-исследовательского центра;
Ю.А. Кудрявцева, м.н.с. научно-исследовательского центра*

*Научный руководитель В.А. Мешалкин, с.н.с.
научно-исследовательского центра, к.т.н.*

*г. Санкт-Петербург, Военная орденов Жукова и Ленина
Краснознаменная академия связи им. Маршала Советского Союза
С.М. Буденного МО РФ, anatmandri@gmail.com*

Рассмотрено применение генетического алгоритма в процессе проектирования широкополосного базового излучателя фазированной антенной решетки. Анализируются основные принципы работы генетических алгоритмов, их применение в области оптимизации электромагнитных структур и преимущества при проектировании антенн.

Ключевые слова: антенная решетка, базовый излучатель, генетический алгоритм, оптимизация.

Современные антенные системы широко применяются в радиолокации, телекоммуникациях и других сферах. Одним из ключевых элементов таких систем является базовый излучатель антенной решетки, параметры которого определяют характеристики всей системы [1]. В данной работе рассматривается использование генетического алгоритма (ГА) для оптимизации параметров базового излучателя с целью повышения его эффективности.

Методология. Генетический алгоритм относится к числу методов глобальной оптимизации, имитирующей в работе эволюционные процессы. Основные этапы работы алгоритма включают:

1. На этапе инициализации создается популяция возможных решений задачи проектирования, представленных в виде кодированных параметров излучателя, среди которых [2]:

- а) типы нагрузок антенны и их количество;
- б) количество сегментов для моделирования (точки включения нагрузок);
- в) высота и диаметр стержня антенны.

2. При оценке приспособленности функции для каждого индивида вычисляется значение целевой функции, оценивающее качество решения. В работе критерием приспособленности выступают характеристики направленности излучателя, уровень боковых лепестков и

коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН). Этап представлен на рис 1.

```
def fitness(individual):
    total_R, total_L, total_C, f_res, Q = calculate_parameters(individual)

    if f_res is None or Q is None:
        return float('inf')

    gamma = (total_R - TARGET_IMPEDANCE) / (total_R + TARGET_IMPEDANCE)
    vswr = (1 + abs(gamma)) / (1 - abs(gamma)) if abs(gamma) < 1 else float('inf')

    freq_error = abs(f_res - TARGET_FREQUENCY) / TARGET_FREQUENCY
    Q_error = abs(Q - TARGET_Q) / TARGET_Q
    impedance_error = abs(total_R - TARGET_IMPEDANCE) / TARGET_IMPEDANCE
    return freq_error + Q_error + impedance_error
```

Рис. 1. Реализация фитнес-функции

3. На этапе селекции (отбора) выбираются наиболее приспособленные особи, имеющие лучшие значения фитнес-функции. Здесь в процессе отбора используется ранжирование. Реализация данного и следующего этапов представлены на рис. 2.

```
def genetic_algorithm():
    population = [create_individual() for _ in range(POPULATION_SIZE)]

    best_overall = None
    best_score_overall = float('inf')

    for generation in range(GENERATIONS):
        scored_population = [(individual, fitness(individual)) for individual in population]
        scored_population.sort(key=lambda x: x[1])

        best_individual, best_score = scored_population[0]
        if best_score < best_score_overall:
            best_overall = best_individual
            best_score_overall = best_score

        selected = [ind for ind, _ in scored_population[:POPULATION_SIZE // 2]]

        next_generation = []
        for _ in range(POPULATION_SIZE):
            parent1 = random.choice(selected)
            parent2 = random.choice(selected)
            child = parent1[:len(parent1)//2] + parent2[len(parent2)//2:]
            if random.random() < MUTATION_RATE:
                index = random.randint(0, len(child) - 1)
                child[index] = (random.uniform(0, 100), random.uniform(10e-9, 100e-6), random.uniform(1e-12, 1e-7))
            next_generation.append(child)

        population = next_generation
```

Рис. 2. Реализация этапов селекции, скрещивания и формирования нового поколения

4. Операция скрещивания (кроссовер) подразумевает под собой совмещение генетической информации (кодированных параметров излучателя) двух родительских решений для создания новых потомков. Применяются одноточечный, двуточечный или равномерный кроссовер и мутации. Операция мутации включает внесение случайных изменений в решения для поддержания разнообразия популяции и предотвращения преждевременной сходимости к локальному минимуму.

5. При обновлении популяции новое поколение формируется из числа потомков и наиболее приспособленных особей из предыдущего поколения.

6. Критерием окончания работы алгоритма считается достижение заданного количества итераций или при отсутствии значительных улучшений параметров решений в течение нескольких поколений.

В данной работе в качестве целевой функции использовались характеристики направленности и коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) излучателя.

Заключение. Применение генетического алгоритма при проектировании базового излучателя антенной решетки позволяет находить оптимальные параметры излучателя, обеспечивая улучшенные характеристики направленности и согласования. В дальнейшем возможно расширение исследования за счет включения многокритериальной оптимизации и использования гибридных эволюционных методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гладков Л.А. Генетические алгоритмы / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик; под ред. В.М. Курейчика. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Физматлит, 2010. – 368 с.

2. Газизов Т.Т. Синтез оптимальных проводных антенн. – Томск: ТУСУР, 2013. – 120 с.

УДК 004.05

ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «ТОМСК ДЛЯ КАЖДОГО»

С.С. Масликов, А.И. Глушенкова,

Г.А. Катренко, студенты каф. КСУП

Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, к.т.н., доцент каф. КСУП

*Проект ГПО КСУП-1803. Автоматизированная информационная
система поддержки учебного процесса кафедры*

г. Томск, ТУСУР, hupetss@gmail.com

Разработка современного веб-приложения требует анализа существующих аналогов с целью выявления их преимуществ и недо-

статков. Это позволяет определить ключевые требования к проектируемой системе.

Ключевые слова: туристические платформы, цифровой туризм, веб-приложения, онлайн-сервисы, экскурсии.

В данной работе проводится анализ популярных туристических платформ «Тонкости туризма», «Izi.travel» и «The Culture Trip». Основное внимание уделяется функциональным возможностям, удобству использования, доступности информации и языковой поддержке. На основании выявленных особенностей данных сервисов формулируются требования к разработке веб-приложения «Томск для каждого».

1. Платформа «Тонкости туризма» [1].

На рис. 1 представлена главная страница платформы «Тонкости туризма».

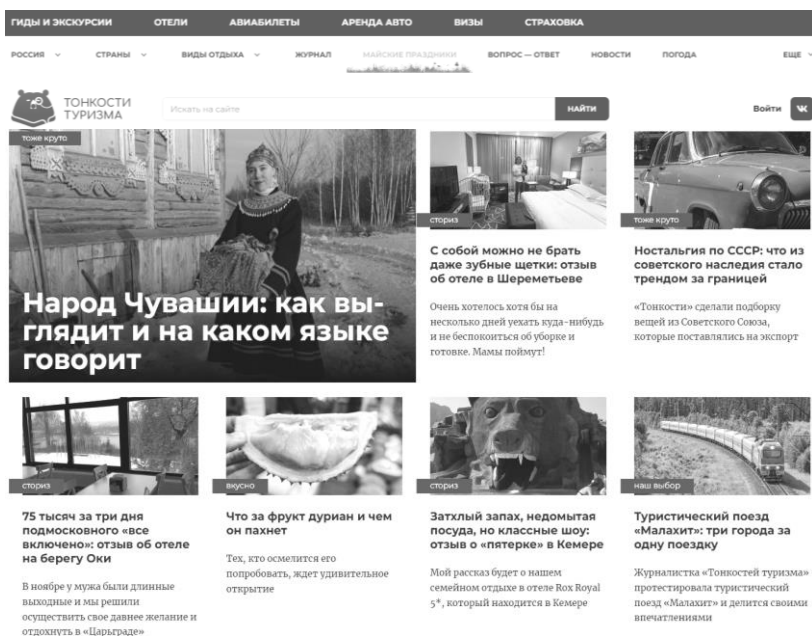


Рис. 1. Скриншот главной страницы платформы «Тонкости туризма»

Преимущества:

- Размещение рекламы экскурсий по Томску.
- Возможность приобретения авиа- и железнодорожных билетов.
- Наличие базовой информации о городе и его достопримечательностях.
- Удобный и интуитивно понятный интерфейс.

Недостатки:

- Отсутствие регистрации пользователей, что ограничивает персонализацию контента.
- Недостаточная детализация информации, например отсутствие отдельного раздела «Развлечения».

2. Платформа «Izi.travel» [2].

На рис. 2 представлена главная страница платформы «Izi.travel».

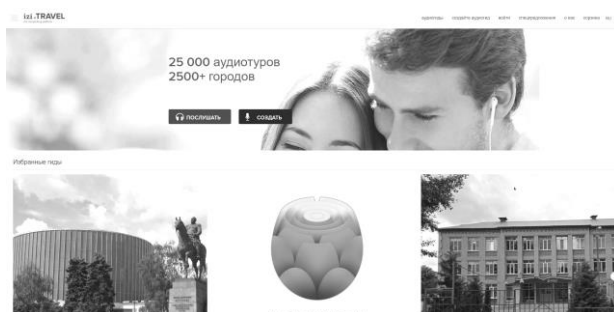


Рис. 2. Скриншот главной страницы платформы «Izi.travel»

Преимущества:

- Возможность регистрации пользователей.
- Широкий ассортимент аудиогидов по различным городам.
- Быстрый доступ к туристическим ресурсам через удобную навигацию.

Недостатки:

- Устаревший и недостаточно привлекательный интерфейс.
- Запутанная система ссылок и вкладок, усложняющая навигацию.

3. Платформа «The Culture Trip» [3].

На рис. 3 представлена главная страница платформы «The Culture Trip».

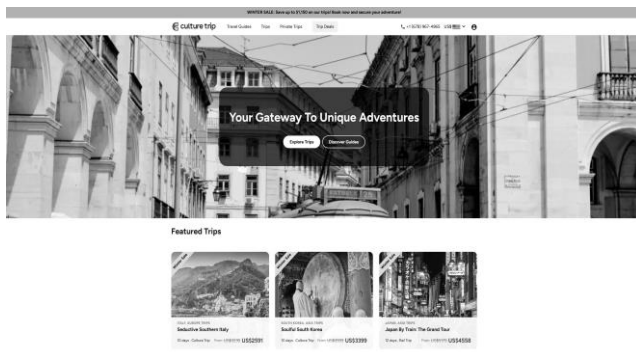


Рис. 3. Скриншот главной страницы платформы «The Culture Trip»

Преимущества:

- Интеграция ссылок на бронирование туров и экскурсий.
- Визуальное оформление с большим количеством изображений.
- Современный и удобный пользовательский интерфейс.

Недостатки:

- Ресурс доступен исключительно на английском языке, что может ограничивать его использование для неанглоязычных пользователей.

Заключение. На основании проведенного анализа сформулируем следующие требования к разработке веб-приложения «Томск для каждого». Приложение должно корректно отображаться на различных устройствах, включая мобильные телефоны и планшеты. Необходимо реализовать удобную навигацию и минималистичный дизайн, возможность регистрации пользователей. Использовать современные технологии для обеспечения стабильной работы. Информация должна быть структурирована по отдельным разделам для удобства поиска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тонкости туризма [Электронный ресурс]. – URL: <https://tonkosti.ru/Томск> (дата обращения: 10.03.2025).
2. Izi.travel [Электронный ресурс]. – URL: <https://izi.travel/ru> (дата обращения: 11.03.2025).
3. The Culture Trip [Электронный ресурс]. – URL: <https://theculturetrip.com> (дата обращения: 11.03.2025).

УДК 004

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

***К.С. Фомина, Е.В. Сарычева, студентки; Р.А. Матевосян,
аспирант; Е.В. Еришов, д.т.н., проф., каф. МПО ЭВМ
г. Череповец, ЧГУ, sarkatvas@yandex.ru***

Рассматривается процесс разработки современного приложения для планирования разливки стали на промышленных предприятиях. В работе представлен поэтапный подход, начиная с анализа требований и моделирования данных, связанных с разливкой стали, и заканчивая созданием интерактивного пользовательского интерфейса.

Ключевые слова: автоматизированная система, автоматизация планирования, APS-система, разработка ПО.

Планирование производственного процесса является важным фактором успеха для любой современной компании. Чем сложнее становятся производственные процессы, тем более актуальнее использование передовых инструментов оптимизации. Системы, такие

как APS (Advanced Planning and Scheduling), разрабатываются специально для решения подобных задач [1]. Они помогают компаниям эффективно управлять ресурсами, повышая общую производительность [2].

На некоторых металлургических предприятиях до сих пор используются устаревшие стандарты при разработке графиков разливки. Такой подход неэффективен, так как он требует больших временных затрат и не позволяет оперативно реагировать на изменения в производственном процессе, из-за чего возникают ошибки, которые могут привести к простоям оборудования и снижению производительности предприятия.

На производстве имеются две машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), которые могут производить заготовки определенного веса, называемого весом годного. Одна заготовка может быть использована для нескольких разных заказов, если у них схожий набор характеристик изготавливаемой стали.

Планирование производства на МНЛЗ включает несколько ключевых этапов: сначала проводится тщательный анализ всех поступивших заказов, затем рассчитывается вес годной заготовки, который может быть произведен на МНЛЗ. На основе этих данных формируются задания, включающие информацию о весе заготовки, скорости литья и объединенных заказах. Завершающим этапом является составление графика разливки, который обеспечивает выполнение всех заказов в установленные сроки.

При планировании производственных процессов необходимо учитывать ограничения, связанные со временем разливки, временем переналадки, максимальной производительностью МНЛЗ и требованиями к качеству стали.

Пользователь вручную формирует список плавов из заказов, но система ограничивает его действия в соответствии с правилами формирования плавки из нескольких заказов:

- 1) в одной плавке находятся заказы для одной МНЛЗ;
- 2) сечение заказов в одной плавке одинаково;
- 3) сечение может быть изменено только после перевалки или другой операции;
- 4) сумма веса заказов в плавке не должна превышать вес годного, но заказ можно разделить на несколько плавов (происходит автоматически).

Формирование серии плавов из заказов происходит по определенному алгоритму (рис. 1).

Вес годного пользователь настраивает самостоятельно и может изменять в любой момент работы. При изменении веса годного, если

сформирована серия, плавки автоматически пересобираются с учетом правил, изложенных выше.

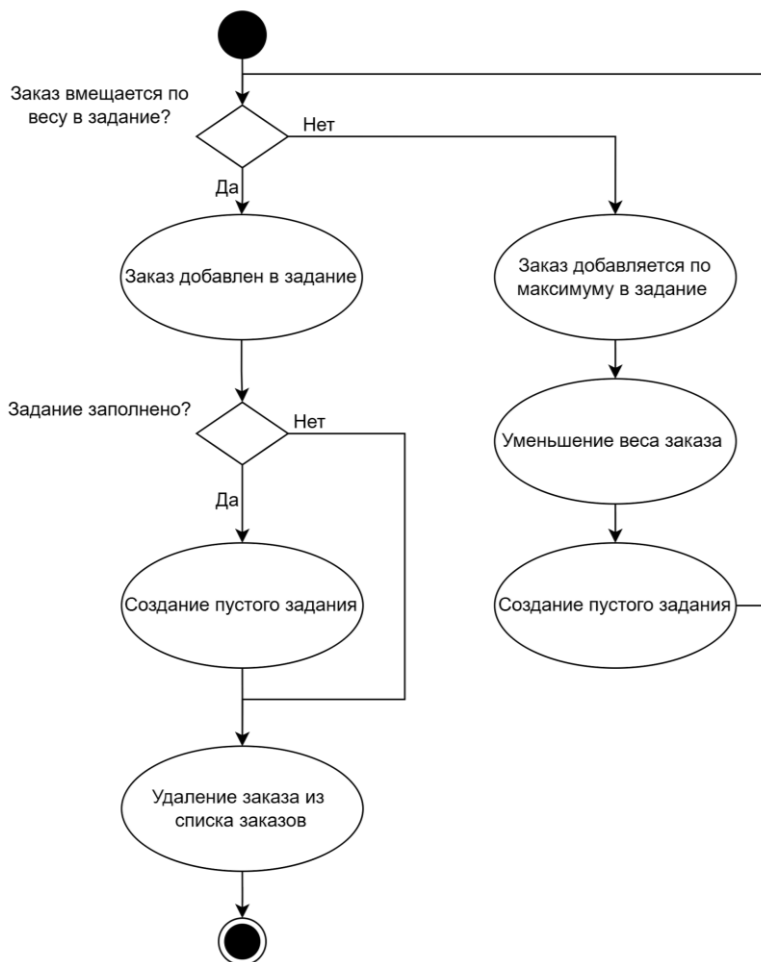


Рис. 1. Диаграмма формирования серии плавков

Для реализации проекта применялся следующий стек технологий:

- 1) в качестве языка программирования использовались язык C# и платформа .Net;
- 2) пользовательский интерфейс реализован на системе WPF;
- 3) фреймворк для построения приложения Prism;
- 4) Microsoft Visual Studio 2019 в качестве среды разработки.

APS-система, разработанная для металлургического производства, имеет значительный потенциал для дальнейшего развития [3]. Одним из ключевых направлений является полная автоматизация процесса планирования, которая позволит минимизировать участие человека в рутинных операциях и существенно снизить вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.

Выводы. Разработка ASP-системы для сталеплавильного производства требует современных инструментов, таких как C#, WPF и паттерн MVVM, реализованный с помощью Prism. Этот подход позволяет быстро создать эффективное приложение для планирования, учитывающее специфику производства. WPF обеспечивает привлекательный интерфейс, в то время как C# и MVVM гарантируют надежную обработку данных и логику. Интеграция этих технологий позволяет оптимизировать сложные процессы сталеплавильного производства, повышая общую эффективность и управляемость. Такой подход является ключом к успеху в современном производстве стали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жданова Ю.Е. Методология синхронного планирования производства: APS-системы / Ю.Е. Жданова, А.С. Бушуева // Наука и молодежь: матер. XVIII Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т., Барнаул, 19–23 апреля 2021 г. / отв. ред. В.Г. Беседина. – Барнаул: Алтайский гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова, 2021. – Т. 2. – С. 103–105.
2. Маляренко И. Планирование и оптимизация: от Вергилия до APS-системы // PC Week/RE. – 2006. – № 27. – С. 29–32.
3. Иванова Г.С. Технология программирования. – М.: КноРус, 2016. – 334 с.

УДК 004.853

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА И СПАСЕНИЯ ПРОПАВШИХ ЛЮДЕЙ В ТРУДНОДОСТУПНОЙ МЕСТНОСТИ

А.А. Меринов, Р.Н. Абдуллин, П.Г. Букина

*Научный руководитель С.С. Харченко, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, merinovarsen@mail.ru*

Представлено исследование возможности использования беспилотных летательных аппаратов, оснащенных инфракрасными оптическими датчиками, для поиска и спасения пропавших без вести людей в труднодоступных районах. Проанализированы перспективы применения существующих технологий, собраны и рассмотрены

статистические данные об их реализуемости для предлагаемых методов. Приведено подробное заключение о перспективах дальнейших исследований в этой области.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, инфракрасные оптические датчики, труднодоступные районы, нейронные сети, статистика, поиск пропавших без вести.

Поиск и спасение пропавших людей в труднодоступной местности является одной из ключевых задач служб экстренного реагирования. Сложные климатические условия, ограниченная видимость, пересечённый рельеф и удалённость районов поиска значительно усложняют традиционные методы обнаружения пострадавших. В последние годы растёт интерес к применению современных технологий, способных повысить эффективность поисково-спасательных операций. Одной из перспективных технологий является использование инфракрасного излучения, позволяющего выявлять тепловые аномалии, сопутствующие нахождению человека, даже в условиях ограниченной видимости.

С развитием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) появилась возможность оснащения их инфракрасными оптическими датчиками, что значительно расширяет потенциал применения данных технологий в поисково-спасательных миссиях. БПЛА с тепловизионными камерами способны оперативно обследовать большие площади, работать в условиях сложного рельефа и в ночное время.

Тем не менее не все технологии подходят для поисково-спасательных операций. Например, использование тепловизионных камер имеет ряд ограничений: растительность и кроны деревьев непрозрачны для инфракрасного излучения, а одежда в зимний период принимает температуру окружающей среды, что снижает эффективность обнаружения. Несмотря на наличие качественных моделей, пригодных для работы в открытых пространствах, их высокая стоимость делает массовое внедрение экономически сложным, а отсутствие автоматизации ограничивает их возможности, а также эффективность покрытия местности.

С 2018 г. поисково-спасательный отряд «ЛизаАлерт» активно использует беспилотные летательные аппараты для поиска людей, потерявшихся в труднодоступных районах, таких как леса и болота [1]. Однако существенным недостатком этого метода является значительное время, затрачиваемое на анализ отснятого материала: просмотр 2 500 фотографий человеком занимает от 5 до 7 часов, а эффективность процесса поддерживается только при одновременной работе около 30 добровольцев. При этом точность обнаружения людей сни-

жается уже через два-три часа, поскольку человеческий глаз испытывает усталость. Также существуют дополнительные методы автоматической обработки полученных изображений, которые необходимы для автоматизации и упрощения процесса, но даже они не могут помочь при сложных климатических условиях и времени суток [2].

Одной из возможных проблем, которая может возникнуть при попытке автоматического распознавания человека на фотографии, может быть темное время суток, которое не позволит увидеть человека, что препятствует круглосуточному поиску, также усложняет ситуацию то, что в зависимости от времени года темное время суток может длиться больший промежуток времени.

Также усложнить процесс поиска может ситуация, при которой человек теряется в одежде, сложной к обнаружению, например, в одежде, которая по цвету будет схожа с ландшафтом, где будет находиться пропавший во время его поисков.

Основной проблемой для поиска пропавших также может являться сама местность, так как человек будет частично скрыт за листвой деревьев или же из-за ракурса камеры при полете дрона, высоты его полета и других погодных условий. Эффективность и интенсивность поиска во многом зависят от характеристик устройства. Напрямую влияют возможное время полета, сопротивление ветру и стабилизация.

Часть проблем, названных выше, можно решить с помощью автоматизации обнаружения с помощью использования нейронных сетей с применением компьютерного зрения, а также применения оптических датчиков инфракрасного излучения. На рис. 1 представлен пример, где человек невидим из-за особенностей местности с обычной камеры, но его силуэт хорошо различим, если использовать оптический датчик инфракрасного излучения [3].



Рис. 1. Сравнение вида с камеры и тепловизионной камеры

Заключение. Использование беспилотных летательных аппаратов в поисково-спасательных операциях значительно ускоряет процесс обнаружения пропавших людей, однако имеет ряд ограничений, связанных с погодными условиями, освещением и особенностями ландшафта. Автоматизация анализа изображений с помощью нейронных сетей и компьютерного зрения, а также применение инфракрасных датчиков могут существенно повысить эффективность поиска, особенно в условиях недостаточной видимости, что делает эти технологии перспективными для дальнейшего развития спасательных операций.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТАСС. Как дроны и нейросети ищут пропавших людей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/6757981>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).
2. Билайн. Поиск пропавших людей с «ЛизаАлерт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moskva.beeline.ru/customers/products/lizaalert/>, свободный (дата обращения: 16.03.2025).
3. Применение беспилотных летательных аппаратов типа квадрокоптер «DJI Inspire 1V 2.0» при поиске людей на местности / И.Г. Цокурова, А.Н. Денисов, С.А. Самойленко, М.Л. Остапчук // Наука, техника и образование. – 2018.

УДК 004.9

СИСТЕМА ФИКСАЦИИ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ

А.В. Михеева, студентка каф. КСУП

*Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, anna.mav31@gmail.com*

Рассматривается разработка системы фиксации рабочего времени для удаленных сотрудников. Подчеркивается необходимость эффективных инструментов управления временем и задачами в связи с растущей популярностью удаленного труда. Основное внимание уделяется архитектуре системы, реализованной на языке C# с использованием технологии WPF и ORM Entity Framework, что обеспечивает простоту работы с базами данных и поддерживает архитектурный паттерн MVC, а также функциональные возможности.

Ключевые слова: система фиксации времени, управление, фиксация, задачи, отчеты.

С ростом популярности удаленной работы возникает необходимость в эффективных инструментах управления временем и задачами сотрудников. Эта статья описывает разработку системы фиксации рабочего времени, предназначенной для удаленных работников и их

руководителей. Система будет включать два клиента: приложение для сотрудников и приложение для руководителей, обеспечивая удобный и функциональный интерфейс для обоих типов пользователей [1].

Архитектура системы. Система будет разработана с использованием языка C# и технологии WPF для создания настольных приложений. В качестве ORM будет применяться Entity Framework, что обеспечит простоту работы с базой данных. Для реализации архитектурного паттерна MVC (Model-View-Controller) будет обеспечена четкая организация кода, что упростит его поддержку и расширение. Для кроссплатформенной совместимости будет использоваться библиотека Avalonia, что позволит запускать приложения как на Windows, так и на других операционных системах [3].

Функционал приложения для сотрудников. Приложение для сотрудников будет включать следующие ключевые функции:

1. Управление задачами: пользователи смогут создавать, редактировать и удалять задачи, что обеспечит гибкость в управлении рабочими процессами.

2. Отслеживание времени: система позволит запускать и останавливать отсчет времени, а также редактировать время вручную. Все изменения будут отображаться в реальном времени в приложении руководителя, что обеспечит прозрачность процесса.

3. Составление отчетов: сотрудники смогут генерировать отчеты по выполненным задачам за определенные периоды в заданном формате. Это поможет как в планировании, так и в анализе эффективности работы.

4. Уведомления и напоминания: включение функции уведомлений о предстоящих сроках выполнения задач поможет сотрудникам эффективно управлять своим временем.

Функционал приложения для руководителей. Приложение для руководителей будет включать следующие функции:

1. Мониторинг задач: руководители смогут видеть список всех задач, созданных сотрудниками, с возможностью фильтрации по статусу и срокам выполнения.

2. Отчеты по производительности: возможность генерировать отчеты по времени, затраченному на каждую задачу, а также по общей производительности команды за выбранный период.

3. Управление пользователями: руководители смогут добавлять новых сотрудников в систему, а также управлять их доступом к функционалу приложения.

4. Обратная связь: включение системы обратной связи, позволяющей руководителям оставлять комментарии к задачам сотрудников, что способствует улучшению коммуникации внутри команды.

Заключение. Разработка системы фиксации рабочего времени для удаленных сотрудников представляет собой важный шаг к повышению эффективности работы команд в условиях удаленного взаимодействия. Использование современных технологий, таких как C#, WPF и Entity Framework, в сочетании с кроссплатформенной библиотекой Avalonia обеспечит создание мощного инструмента для управления временем и задачами. Внедрение предложенных функций позволит улучшить организацию рабочего процесса, повысить прозрачность взаимодействия между сотрудниками и руководителями, а также способствовать достижению высоких результатов в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система учета рабочего времени: насколько она необходима в каждой компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sovbez.by/blog/sistema-ucheta-rabochego-vremeni/>, свободный (дата обращения: 16.02.2025).
2. Avalonia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avaloniaui.net/>, свободный (дата обращения: 20.02.2025).
3. Фаулер М. Шаблоны корпоративных приложений / пер. с англ. – М.: Вильямс, 2016. – 544 с.

УДК 004.414

ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФАЗЗИНГ-ТЕСТИРОВАНИЯ

С.А. Качаева, Д.Д. Готов,

А.В. Мирошников, студенты каф. КСУП

*Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, mptts28@gmail.com*

Даны обзор и сравнение популярных средств для фаззинг-тестирования, их достоинства, недостатки и особенности.

Ключевые слова: фаззинг, фаззер, тестирование.

Целью данного исследования является углубление знаний в области фаззинга для применения этого типа тестирования в ходе разработки высоконагруженных программных продуктов.

Фаззинг-тестирование обычно применяется в системах с большим объемом входных данных, имеющих какой-либо формат – упорядоченный вид. В таком виде тестирования в качестве входных данных для теста системы используются случайные последовательности, так называемые «мусорные данные».

Этот тип автоматизированного тестирования нашел свое применение во многих прикладных областях разработки программного обеспечения. Основное его преимущество – покрытие большого ко-

личества тестовых случаев при сравнительно небольшой проделанной работе тестировщика.

Основную работу в ходе такого тестирования проделывает фаззер, это программа, которая на основе входных специально сгенерированных тестовых данных, производит новые специальные методы мутации и запускает тестируемое приложение с этими данными определенное количество раз. Обычно количество итераций исчисляется тысячами и сотнями тысяч.

Программ для фаззинга существует множество, но в настоящей статье рассмотрены одни из самых популярных.

Radamsa – один из самых прогрессивных фаззеров, является очень точным и сложным инструментом [1]. Анализирует входные данные, представляющие собой правильные последовательности, которые проверяют положительные тестовые ситуации. На основе анализа фаззер умеет проектировать другие тестовые случаи, например отрицательные, изменяя входные данные. Таким образом, повышается вероятность нахождения ошибки в коде программного обеспечения. На странице проекта в интернете приложены примеры ошибок, которые фаззер нашел во множестве популярных современных сервисов.

Программа поддерживает операционные системы GNU/Linux, Mac OS и Windows.

Honggfuzz – самое главное достоинство данного фаззера в том, что он может работать в многопоточном и многопроцессорном режиме, используя максимальные возможности вычислительного устройства, на котором происходит фаззинг [2]. Помимо этого, как и предыдущий *Radamsa* – достаточно сложный и точный, гибкий в настройке. Может использовать готовые тестовые данные либо генерировать на их основе свои.

Поддерживает операционные системы GNU/Linux, Mac OS, Windows, Android.

AFL (American Fuzzy Lop) – также один из самых популярных фаззеров, отличительной чертой которого являются простота использования и минимальное количество настроек [3]. Фаззер использует только подготовленные данные и может мутировать их для нахождения ошибок в программном обеспечении. В отличие от предыдущих рассмотренных фаззеров делает акцент на покрытии кода тестовым проектом, это одно из достоинств данного фаззера – на выходе тестирования получают отчет о покрытии, а также найденные уязвимости.

Работает на операционных системах GNU/Linux, Windows Mac OS, Android. Многопроцессорность не поддерживает, каждый процесс фаззера, в системе работает исключительно на одном ядре процессора.

Сравнение инструментов. Исходя из характеристик рассмотренных фаззеров было проведено сравнение вышеперечисленных инструментов, представленное в таблице.

Сравнение популярных фаззеров

Характеристика	Radamsa	Hoggfuzz	AFL
Поддерживаемые ОС	GNU/Linux Mac Os, Windows	GNU/Linux Mac Os, Windows, Android	GNU/Linux Mac Os, Windows, Android
Поддержка многопроцессорного режима работы	–	+	–
Точность работы	Высокая	Высокая	Высокая
Возможность генерации отчета о покрытии	–	–	+

Заключение. Исходя из вышеперечисленных особенностей современных средств фаззинг-тестирования, можно сделать вывод, что для качественного тестирования больших и нагруженных систем больше всего подходит Hoggfuzz, так как имеет поддержку многопроцессорного режима работы и, следовательно, будет более эффективен. Если необходимо измерить покрытие кода тестами фаззера, следует пользоваться AFL, так как у него есть такая возможность относительно других средств. Для тестирования же Adnroid-проектов не подойдет Radasma, а у Hoggfuzz и AFL есть возможность собрать и запустить под операционной системой Android.

ЛИТЕРАТУРА

1. Документация к фаззеру Radamsa // Документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gitlab.com/akihe/radamsa>, свободный (дата обращения: 21.03.2025).
2. Документация к фаззеру Honggfuzz [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.rs/crate/honggfuzz/0.2.1>, свободный (дата обращения: 21.03.2025).
3. Документация к фаззеру AFL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/google/AFL>, свободный (дата обращения: 21.03.2025).

ДИАГРАММА СМИТА–ВОЛЬПЕРТА И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА НА ЕЕ ОСНОВЕ

А.В. Мирошников, Р.С. Титова, Д.В. Дей, В.Д. Москвин

Научный руководитель М.В. Черкашин, доцент каф. КСУП, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, tamoshka2@gmail.com

Дан обзор существующих программных средств для построения и работы с диаграммой Смита–Вольперта.

Ключевые слова: СВЧ, согласующая цепь, коэффициент отражения, диаграмма Смита–Вольперта.

Одним из удобных способов представления параметров СВЧ-цепей и устройств является диаграмма полных сопротивлений Смита–Вольперта (далее – диаграмма Смита), которая представляет собой семейство окружностей, формирующих сетку значений входного сопротивления (или проводимости) линии передачи на плоскости коэффициента отражения.

Она получила свое название в честь американского инженера Ф. Смита [1], предложившего диаграмму в 1939 г., и советского инженера А.Р. Вольперта, независимо описавшего её в 1940 г. [2].

Диаграмма Смита построена основываясь на стандартной формуле коэффициента отражения (в зависимости от сопротивлений источника сигнала Z и нагрузки Z_0): $\Gamma = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0^*}$. Данное выражение пред-

ставляет собой дробно-линейную функцию, которая осуществляет конформное отображение прямоугольной сетки полных сопротивлений Z в круговую сетку на плоскости коэффициента отражения Γ [3].

Данная диаграмма оказалась очень удобной на практике как для отображения параметров СВЧ-цепей и устройств, так и для выполнения графоаналитических расчетов согласующих цепей (СЦ) [4]. Существует множество программных приложений, в которых реализуется диаграмма Смита. Далее представлен небольшой обзор существующих программных решений.

Программа Smith Chart v4.1 [5] – одно из первых приложений для работы с диаграммой Смита. Первая версия была выпущена еще в 1995 г., а последняя версия 4.1 была представлена в 2018 г. Программа разработана под ОС Windows и включает в себя функционал по работе с диаграммой – отображение диаграммы полных сопротивлений и проводимостей, вывод параметров (круги коэффициента усиления, шума, устойчивости) СВЧ-усилителей, заданных в виде

S2P-файлов, расчет СЦ на сосредоточенных и распределенных элементах, отображение схемы СЦ, сохранение результатов расчетов во внешний файл. Из недостатков следует отметить отсутствие анализа полученного решения в виде графиков АЧХ, т.е. расчет СЦ выполняется только для одной (заданной) частотной точки. Данная программа имеет удобный пользовательский интерфейс и набор инструментов для графоаналитического расчета СЦ.

Cervec Online Smith Chart Tool [6] – web-приложение для построения диаграммы Смита и расчет согласующих цепей на ее основе. К недостаткам следует отнести отсутствие возможности отображения на диаграмме характеристик СВЧ-усилителей, что ограничивает область ее применения, также нет сохранения/экспорта результатов расчета.

Cervec Smith Chart Matching App на сайте rf-mentor.com [7] – еще одно web-приложение для работы с диаграммой Смита. Из недостатков следует отметить не очень удобное текстовое представление элементов СЦ и невозможность отображения характеристик СВЧ-цепей и устройств, заданных s -параметрами. Также результат работы с диаграммой нельзя сохранить или экспортировать.

Smith Chart Calculator [8] – приложение, работающее под управлением ОС Linux. К сожалению, оно работает лишь на Linux, хоть и имеет возможность запуска на виртуальной машине прямо на сайте. В данной программе отсутствует диаграмма проводимостей, что сильно урезает удобство использования данного программного продукта. Несмотря на то, что приложение является десктопным, в нём отсутствует возможность ввода данных при помощи «мыши», что вызывает трудности при практическом использовании. Также нет возможности экспортировать полученный результат в файл или другие программы.

Keysight ADS – Smith Chart [9] – встроенный в САПР Keysight ADS программный модуль для работы с диаграммой Смита. В модуле присутствуют все необходимые инструменты для отображения характеристик СВЧ-цепей и устройств в виде круговых диаграмм, также можно отображать результаты load-pull моделирования или измерений, а также выполнять расчет СЦ на сосредоточенных или распределённых элементах на их основе. Так как данный модуль входит в состав САПР ADS, автоматически схема СЦ экспортируется в среду моделирования, что позволяет выполнить ее анализ и построить графики частотных характеристик s -параметров и других характеристик СВЧ-цепей.

Реализация каждой из функциональных возможностей данного модуля – главный ориентир в создании собственного программного средства.

Следует также отметить, что построение диаграммы Смита и вывод на нее характеристик СВЧ-цепей и устройств в виде частотных зависимостей s -параметров и других комплексных величин реализованы практически во всех радиоэлектронных САПР, например таких, как Cadence AWR MWO, Micro-CAP, Data Viewer от ООО «50 Ohm Tech», MatLab RF Toolbox и др. Но в них диаграмма Смита, как правило, выступает только как средство для визуализации результатов расчета (или измерений) параметров СВЧ-цепей, специальных инструментов для выполнения расчета (синтеза) СЦ в этих программах не предусмотрено.

Исходя из результатов данного обзора, можно сделать следующие выводы:

1) разрабатываемый программный модуль должен отображать диаграмму полных сопротивлений и/или проводимостей с возможностью ее масштабирования, а также настроек типа линий, цвета, меток и др., считывания и отображения значений курсора в режиме реального времени;

2) необходимо загружать параметры СВЧ-цепей и устройств в виде s -параметров (файлы формата данных S2P) с возможностью реализации отображения основных характеристик (коэффициентов усиления, шумов и др.) в виде окружностей, а также результаты load-pull измерений или расчетов из файлов формата LP;

3) управление должно осуществляться через графический интерфейс пользователя с помощью мыши и клавиатуры;

4) программная реализация должна быть возможна как под ОС Windows, так и под Linux;

5) возможность сохранения/загрузки результатов расчетов в файл, а также экспорт/импорт в стандартный файл (netlist) формата Spice;

6) возможность подключения в виде самостоятельного модуля к разрабатываемой в НИИ МЭС ТУСУР САПР аналоговых СВЧ-цепей и устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Smith P.H. Transmission Line Calculator // Electronics. – 1939. – Vol. 12, No. 1. – P. 29– 31.

2. Вольперт А.Р. Номограмма для расчета длинных линий // Производственно-технический бюллетень НКЭП (Ленинград). – 1940. – № 2.

3. Лаврентьев М.А. Методы теории функций комплексного переменного / М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат. – 6-е изд. – М.: Лань, 2002. – 688 с.

4. Фуско В. СВЧ-цепи. Анализ и автоматизированное проектирование. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.

5. Smith Chart v4.1: офиц. сайт [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fritz.dellsperger.net/smith.html> (дата обращения: 05.02.2025).

6. Online Smith Chart Tool: офиц. сайт [Электронный ресурс]. – URL: https://www.will-kelsey.com/smith_chart/ (дата обращения: 14.02.2025).

7. Smith Chart Matching App. Сайт RF-Mentor [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rfmentor.com/content/smith-chart-matching-app> (дата обращения: 18.02.2025).

8. Smith Chart Calculator: офиц. сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://sourceforge.net/projects/gnssmithchart/> (дата обращения: 18.02.2025).

9. SAIP Keysight ADS: офиц. сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.keysight.com/us/en/assets/7018-05300/technical-overviews/5992-1635.pdf> (дата обращения: 18.02.2025).

УДК 612.78

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ В СПЕКТРОГРАММАХ ДЛЯ АНАЛИЗА РЕЧИ

А.А. Нечунаев, студент

*Научный руководитель М.Ю. Катаев, проф. каф. АСУ, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, a.nechunaev@bk.ru*

Рассматривается применение преобразования Фурье для анализа сигналов в звуке, изображениях и других областях. Преобразование разлагает сигнал на частотные компоненты, облегчая его изучение. Описываются непрерывное и дискретное преобразования, проблемы разрешения и методы их решения с помощью быстрого преобразования Фурье. Приводится процесс построения спектрограмм.

Ключевые слова: преобразование Фурье, спектрограмма, быстрое преобразование Фурье, звуковые сигналы, частотные компоненты.

Преобразование Фурье позволяет разложить сигнал на сумму синусоидальных компонент с различными частотами, амплитудами и фазами [1]. Это полезно, потому что многие сигналы (например, звуковые или радиосигналы) имеют сложную структуру, которая может быть лучше понята через их частотное представление.

• Для непрерывных сигналов используется непрерывное преобразование Фурье (НПФ)

$$X(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(f) e^{-i2\pi ft} df,$$

где f – частота (в герцах), i – мнимая единица ($i^2 = -1$), $e^{-i2\pi ft}$ – комплексная экспонента, которая представляет собой комбинацию синуса и косинуса.

- Для дискретных сигналов (цифровых данных) используется дискретное преобразование Фурье (ДПФ), если сигнал задан как последовательность $x[n]$ длиной N .

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-i \frac{2\pi}{N} kn},$$

где k – индекс частоты ($k = 0, 1, \dots, N-1$), $X[k]$ – комплексное число, представляющее амплитуду и фазу частоты k .

Проблемы

- Разрешение по времени и частоте. Существует компромисс между временным и частотным разрешением, известный как принцип неопределенности Гейзенберга в анализе сигналов. Увеличение размера окна улучшает частотное разрешение, но ухудшает временное.
- Обработка больших данных. Для длинных сигналов построение спектрограммы может требовать значительных вычислительных ресурсов.

Решение

Дискретное преобразование Фурье требует значительных вычислительных ресурсов, так как его сложность составляет $O(N^2)$. Для ускорения вычислений используется алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ), который имеет сложность $O(N \log N)$. Основная идея заключается в том, чтобы разделить входной сигнал на две части: чётные и нечётные индексы, а затем рекурсивно применить ДПФ к каждой части. Затем результаты объединяются с использованием свойств комплексных экспонент. Процесс построения спектрограммы [2] будет выглядеть так:

1. Разделение сигнала на временные окна.

Поскольку преобразование Фурье работает с сигналами, заданными на всей временной оси, для анализа нестационарных сигналов (тех, чьи свойства меняются со временем) сигнал разбивается на короткие временные интервалы (окна).

2. Применение оконной функции.

Для уменьшения эффектов «размытия» спектра (так называемых «спектральных утечек») каждое окно умножается на оконную функцию (например, окно Хэннинга, Хэмминга или синус-окно). Это помогает минимизировать влияние резких границ окна.

3. Вычисление преобразования Фурье для каждого окна.

Для каждого временного окна вычисляется дискретное преобразование Фурье с использованием алгоритма БПФ.

4. Сбор результатов.

Результаты ДПФ для всех окон объединяются в матрицу, где строки соответствуют частотам, а столбцы – моментам времени.

Таким образом, мы можем построить спектрограмму речи. Далее на рис. 1 можно увидеть спектрограмму слова «дерево», произнесенную со средней скоростью и средней громкостью.

На рис. 2 можно увидеть спектрограмму слова «дерево» произнесенную со средней скоростью и высокой громкостью.

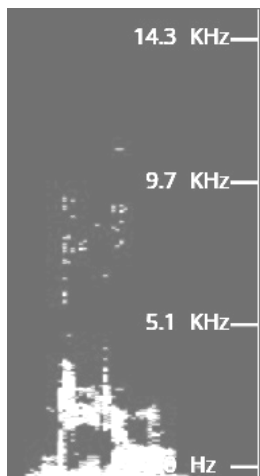


Рис. 12. Среднее произношение слова

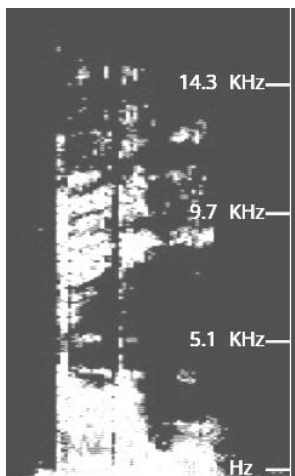


Рис. 2. Громкое произношение слова

Таким образом, вследствие повышения громкости произношения на рис. 2 мы можем увидеть повышение интенсивности частотных компонент. В дальнейшем на основе спектрограмм можно будет изучить темпоральные и частотные особенности речи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пеньков А.А. Частота и быстрое преобразование Фурье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/chastota-i-bystroie-preobrazovanie-furie>, свободный (дата обращения: 16.02.2025).
2. Oppenheim A.V. Speech Spectrograms using the Fast Fourier Transform [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/224581663_Speech_Spectrograms_using_the_Fast_Fourier_Transform, свободный (дата обращения: 10.03.2025).

АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ МОДЕРАЦИИ ТЕКСТА НА НАЛИЧИЕ ЗАПРЕЩЕННЫХ ТЕМ

И.А. Нильмаер, студент каф. ЭМИС

Научный руководитель А.В. Токарева, ст. преп. каф. ЭМИС

г. Томск, ТУСУР, chizhena70@gmail.com

Представлен анализ существующих инструментов для автоматизации процесса модерации и фильтрации текста с целью выявления запрещённых тем, выделены их главные преимущества и недостатки.

Ключевые слова: кибербуллинг, автоматическая фильтрация текста, модерация, нейронная сеть, иерархические уровни.

В настоящее время динамически растущий объём информации распространяется с помощью различных источников. Наиболее популярным и доступным является интернет, где каждый день миллионы пользователей активно выполняют различные действия: публикуют собственный контент, ищут уже существующий для личных целей. Однако проблемой является отсутствие фильтрации получаемой информации, что приводит к побуждению людей к различным действиям, не все из которых носят положительный характер. Актуальность проблемы модерации текста обусловлена растущей потребностью в фильтрации текста в сети Интернет. Нередко можно увидеть текст, в котором есть кибербуллинг или разжигание конфликта на почве национальной или религиозной принадлежности, а также иные смыслы, противоречащие законодательству Российской Федерации. Так, в ст. 29 Конституции Российской Федерации указано, что запрещается пропаганда и агитация ряда тем, вызывающих ненависть и вражду [1].

Помимо запрещённых тем, важно учитывать смыслы текста, затрагивающие кибербуллинг. Это отдельное направление травли, определяемое как преднамеренные агрессивные действия, систематически на протяжении определенного времени осуществляемые группой или индивидом с использованием электронных форм взаимодействия и направленные против жертвы [2].

Целью данной работы является анализ существующих методов и инструментов модерации и фильтрации текста на наличие запрещённых идей для дальнейшего использования в разрабатываемой программе.

Существует большое количество инструментов, которые используются для анализа и фильтрации текста. Конечно, самым простым способом можно назвать ручную фильтрацию, однако он не позволяет обрабатывать большой объём информации в короткие сроки.

В рамках работы рассмотрены инструменты, автоматизирующие процесс фильтрации текста. Первым проанализированным инструментом является программа с созданием системы на основе словаря, имеющего балльную систему, в котором слова распределены по иерархической структуре на уровни [3]. Например, слово «унижение» будет относиться к первому уровню, следовательно, оценивается в один балл. Если же слово имеет более очевидное отношение к запрещенной теме, его оценка будет выше. После распределения слов по уровням определяется вес каждого слова для категории, к которой оно относится. Далее программа проводит анализ текста на наличие ранее определенных слов, подсчитывает их суммарный вес и частоту повторения для вычисления итоговой принадлежности текста к запрещенной теме. После данное значение сравнивается с типичными интервалами, которые были определены для каждой темы, и, если итоговая величина входит в диапазон, можно сделать вывод, что данный текст потенциально относится к запрещенным темам.

Преимущество метода заключается в потребности малых вычислительных мощностей. Из недостатков метода можно выделить необходимость составления словаря, иерархической структуры и расчета точных типичных интервалов для уменьшения ошибок в анализе текста.

Второй вид инструментов основан на использовании нейронной сети для анализа и фильтрации текста [4]. Существует большое количество исследований и практических решений, которые используются на данный момент в этой области. В общем виде изначально выполняется набор текстов, в которых есть или отсутствуют запрещённые темы и выбирается библиотека слов. Нейронная сеть обучается на основе полученных данных, и в случае, если погрешность высока, изменяются настройки обучения. Таким образом, можно создать систему, которая будет работать по принципу «Смысл–Текст» и распознавать запрещённые темы. При этом если автор будет использовать афоризмы и метафоры, нейронная сеть распознает смысл текста. Из недостатков стоит выделить необходимость дополнительных временных ресурсов для обучения нейронной сети и больших вычислительных мощностей.

В ходе работы был выполнен анализ существующих инструментов, которые позволяют автоматизировать процесс модерации текста. Был сделан вывод, что комбинация методов и программ для получения качественной модерации будет оптимальным вариантом. Например, входной текст отправляется на первый этап проверки с иерархическими уровнями и, если ничего не было найдено, начинается второй этап анализа с помощью нейронной сети. Таким образом, текст, в ко-

тором явно выделена идея, относящаяся к запрещённой, будет отсеяна на первом этапе, что не потребует использования дополнительных вычислительных ресурсов. Однако не стоит полностью отказываться от присутствия человека в цепочке анализа, ведь автоматизация не может гарантировать однозначного определения запрещенного текста или контекста из-за сложности естественного языка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020 г. – М.: Проспект, 2020.
2. Бочавер А.А. Кибербуллинг: травля в пространстве современных технологий / А.А. Бочавер, К.Д. Хломов // Психология. Журнал ВШЭ. – М.: ВШЭ, 2014. – Т. 11, № 3. – С. 177–191.
3. Ажмухамедов И.М. Методы автоматизации анализа текстовой информации на русском языке с целью выявления ее семантической направленности / И.М. Ажмухамедов, Е.Е. Завьялова, В.Ю. Кузнецова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – Астрахань: Астрахан. гос. ун-т, 2020. – № 2 (50). – С. 118–123.
4. Иващенко М.В. Анализ методов автоматизированного выделения ключевых слов из текстов на естественном языке // Информатика: проблемы, методология, технологии: матер. XIX Междунар. науч.-метод. конф. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2018. – Т. 6. – С. 19–24.

УДК 519.2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ С УЧЁТОМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Е.О. Овечкина, студентка каф. АСОИУ

*Научный руководитель В.В. Комарова, асс. каф. ММиИТЭ
г. Омск, ОмГТУ, kate.ov.05@gmail.com*

Рассматривается проектирование алгоритма для автоматизации составления расписания в учебных заведениях с учётом различных факторов. Он направлен на улучшение логистики учебного процесса, минимизацию неудобств для студентов и преподавателей и повышение эффективности работы учебных заведений. В процессе разработки алгоритма предусмотрено внедрение возможности настройки расписания с учётом различных условий.

Ключевые слова: автоматизация, алгоритм, составление расписания, учебный процесс, многокритериальные ограничения, оптимизация ресурсов, учебные планы, учебная нагрузка, эффективность расписания, образовательные системы.

В учебных заведениях автоматизированное составление расписания является ключевым элементом для эффективной организации учебного процесса. К сожалению, существующие решения часто упускают из виду такие факторы, как расстояние между корпусами и необходимость оптимизации перерывов. Данная работа направлена на проектирование алгоритма для автоматизации расписания, принимающего в расчет логистику перемещений преподавателей и студентов и грамотное распределение перерывов. Это позволит повысить продуктивность учебного процесса.

Для успешной реализации алгоритма необходимо учитывать разнообразие типов расписаний, оказывающее влияние на организацию учебного процесса и распределение ресурсов. Рассмотрим классификацию типов расписаний, которые будут учитываться при разработке алгоритма.

Виды расписаний для студентов могут включать:

- расписание лекций;
- расписание семинаров и практических занятий;
- расписание лабораторных работ;
- расписание промежуточных аттестаций (экзамены);
- расписание ликвидации академической задолженности;
- расписание зачётов и экзаменов в рамках учебного плана.

Представленная выше классификация определяет ключевые типы образовательных мероприятий, подлежащих учёту при автоматизированном составлении расписания.

В таблице представлены требования, которые должны быть учтены при составлении расписания.

Требования к составлению расписания в образовательном учреждении

Основные требования	Второстепенные требования
Соответствие расписания объёму учебной нагрузки	Минимизация времени на переход между корпусами
Соответствие мест расположению учебных групп	Наличие перерывов (окна) между занятиями при необходимости
Отсутствие пересечений в расписании	Учет специфики учебного процесса и особенностей работы учебных подразделений
Ограничение на общие объёмы учебной нагрузки	Эффективное распределение учебных занятий по времени
Оптимизация использования учебных кабинетов	
Учёт необходимости наличия окон (перерывов) для перемещения между корпусами	
Учёт доступа к специализированным аудиториям и лабораториям	

В рамках проектирования алгоритма для автоматизации составления расписания в учебных заведениях особое внимание было уделено ключевым аспектам, влияющим на эффективность и удобство учебного процесса.

Во-первых, необходимо обеспечить соответствие составленного расписания требуемой учебной нагрузке, чтобы все дисциплины были правильно распределены по времени. Во-вторых, важно, чтобы учитывалось месторасположение учебных групп и корпусов для избегания ситуаций, требующих от студентов и преподавателей быстрого перемещения между удаленными друг от друга корпусами за короткие отрезки времени. Для эффективного составления расписания необходимо учитывать многокритериальные ограничения. Кроме того, важно исключить пересечения в расписании во избежание конфликтов между занятиями.

На основе сформулированных требований была разработана схема, отображающая процесс обработки данных для формирования расписания занятий. Представленная на рис. 1 диаграмма иллюстрирует этапы, начиная с обработки исходных данных (учебные планы, расположение корпусов) и завершая составлением и корректировкой базового расписания, учитывающего логистические и прочие сопутствующие факторы.

В основе алгоритма были использованы принципы многокритериальной оптимизации. Такие подходы позволили учитывать различные исходные параметры, которые система анализирует вначале. К ним относятся: учебные планы, данные о месторасположении учебных корпусов и многие другие.

Задача алгоритма – установить потребность в введении окон между занятиями, если удалённость между корпусами слишком велика, для удобного перемещения студентов и преподавателей. На основе полученной информации система автоматически добавляет необходимые перерывы и адаптирует расписание, учитывая логистические аспекты и другие учебные требования. Это обеспечивает полное соответствие полученного разработанного расписания всем установленным критериям и ограничениям.

Проектирование алгоритма для автоматизации составления расписания с учётом многокритериальных ограничений приводит к существенному улучшению логистики образовательного процесса и повышает его эффективность. Применение готового алгоритма позволит избежать ошибок при распределении времени и аудиторий, оптимизирует процесс составления расписания и уменьшит нагрузку на сотрудников учебных заведений.

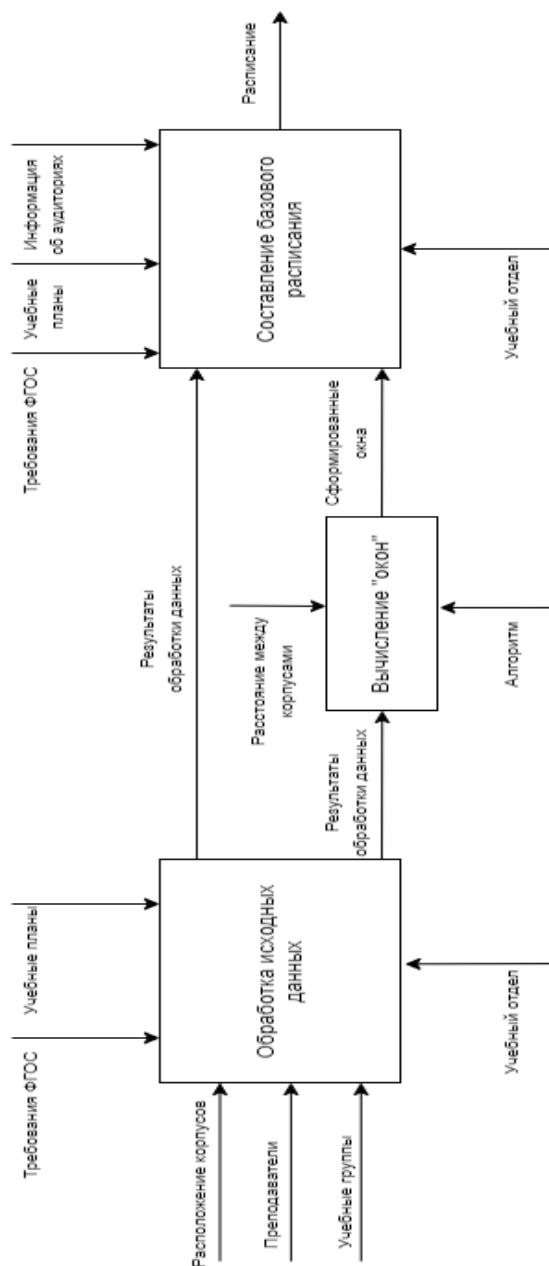


Рис. 1. Диаграмма потоков данных

ЛИТЕРАТУРА

1. Булатицкий Д.И. Реализация задачи многокритериальной оптимизации при проектировании автоматизированных информационных систем составления расписания учебных занятий / Д.И. Булатицкий, Д.Г. Жилин // Молодой учёный. – 2020. – № 48 (338). – С. 16–19.

2. Автоматизация формирования расписания занятий // Вестник Саратов. гос. техн. ун-та. – 2020. – Т. 3, № 1. – С. 100–106.

УДК 004.9

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ: БАЗА ДАННЫХ И СЕРВЕРНАЯ ЧАСТЬ

А.Н. Тайтов, А.Д. Селезнев, П.Д. Разбойников,

А.С. Кунучаков, студенты каф. АСУ

Научный руководитель Романенко В.В., зав. каф. АСУ, к.т.н.

*Проект ГПО АСУ-2505. Автоматизированная система
составления расписания занятий*

г. Томск, ТУСУР, kunazar212@gmail.com

Рассматривается разработка backend-части и базы данных автоматизированной системы составления расписания занятий. Основное внимание уделено логике создания и проектирования расписания, а также интеграции с пользовательским интерфейсом. База данных спроектирована с учетом нормализации и обеспечивает эффективное управление данными.

Ключевые слова: автоматизация составления расписания, веб-сервис, backend, база данных, парсинг, Flask, MariaDB, RESTful API.

В данной статье рассматривается разработка серверной части веб-сервиса [1] для автоматизированного составления расписания занятий. На первом этапе реализации проекта будет реализовано формирование расписания лабораторно-экзаменационной сессии (ЛЭС) студентов факультета дистанционного обучения (ФДО) ТУСУРа.

Для реализации серверной части было решено использовать Flask – микрофреймворк для создания веб-приложений на языке Python [2]. В целом определен следующий стек разработки:

1. Фреймворк Flask. Будет использоваться для создания RESTful API, обработки запросов и управления данными.

2. RESTful API. Будет использоваться для интеграции с внешними системами (LMS или календарными сервисами) для получения и обновления данных о расписании. API будет поддерживать стандартные HTTP-методы и возвращать данные в формате JSON.

3. Библиотека SQLAlchemy. Будет использоваться для доступа к базе данных.

4. API официального сайта ТУСУРа для загрузки информации о расписании. Далее, при помощи парсинга полученного файла JSON из него будет извлекаться информация о загрузке аудиторного фонда и занятости преподавателей, что позволит значительно упростить процесс заполнения базы данных. Формат файла JSON:

```

Университет
├── name: «Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники»
├── abbr: «ТУСУР»
├── faculties []
│   ├── name: «Факультет 1»
│   ├── groups []
│   │   ├── name: «Группа 1»
│   │   ├── lessons []
│   │   │   ├── subject: «Математика»
│   │   │   ├── type: «Лекция»
│   │   │   ├── time {}
│   │   │   │   ├── start: «08:50»
│   │   │   │   └── end: «10:25»
│   │   │   ├── date: [«11.02.2025», «18.02.2025»]
│   │   │   ├── note_by_date []
│   │   │   ├── audiences []
│   │   │   │   ├── name: «ф 421»
│   │   │   │   ├── addr: «ул. Вершинина, 74»
│   │   │   │   └── lonlat: «84.961644,56.45221»
│   │   │   └── teachers []
│   │   │       └── name: «Иванов И.И.»
│   │   └── name: «Группа 2»
│   └── ...
└── name: «Факультет 2»
    └── ...

```

5. СУБД MariaDB для хранения и обработки данных [3]. СУБД MariaDB – это ответвление MySQL, разработанное с целью сохранения открытости и свободного распространения, что делает ее идеальным выбором для проектов, требующих высокой производительности, надежности и масштабируемости.

Логика работы программы будет построена на принципе гибкости и интерактивности, позволяя учитывать множество факторов и предпочтений при создании оптимального расписания.

Контроллеры серверной части должны поддерживать создание и использование шаблонов расписания, которые могут быть адаптированы под конкретные нужды. Должна быть реализована автоматическая проверка расписания на наличие конфликтов с выдачей предупреждений администратору.

Проектирование базы данных должно быть выполнено согласно методологии IDEF1X [4] и начинаться с анализа требований и определения сущностей, таких как группы, преподаватели, дисциплины, аудитории и т.д. Для каждой сущности определяются атрибуты и связи между ними.

Входные данные веб-сервиса составления расписания:

- сроки ЛЭС;
- списки дисциплин ЛЭС и закрепленных за ними преподавателей;
- количество подгрупп студентов, выполняющих программу ЛЭС очно;
- количество подгрупп студентов, выполняющих программу ЛЭС удаленно (такая возможность предоставляется для лиц с ограниченными возможностями здоровья и по другим уважительным причинам);
- полученная с сайта ТУСУРа информация о загруженности аудиторного фонда и занятости преподавателей;
- предпочтения преподавателей по времени занятий.

Выходные данные:

- шаблоны расписания для клиентской части системы;
- действующие ограничения на расписание (чтобы не позволить администратору – лицу, ответственному за составление расписания ЛЭС, поставить занятие в недопустимый слот сетки расписания);
- «карточки занятий» – список кортежей (дисциплина, преподаватель, вид занятия, подгруппа студентов) для их включения в сетку расписания;
- уведомления студентов и преподавателей о таких событиях, как приближение начала занятий и изменение в расписании.

Предполагается следующая архитектура веб-сервиса. СУБД MariaDB интегрируется с веб-приложением через RESTful API, реализованный на Flask. Клиентская часть приложения запрашивает данные у серверной части, которая, в свою очередь, взаимодействует с базой данных. База данных предоставляет данные о доступных аудиториях, занятости преподавателей и других ограничениях, что позволяет фронтенду корректно отображать возможные варианты для вставки карточек в слоты расписания. Если вставка карточки невозможна из-за ограничений (например, занятость преподавателя или аудитории), фронтенд получает соответствующее уведомление от бэкенда.

Внедрение данного веб-сервиса позволит значительно сократить время и усилия, затрачиваемые на составление расписания, и повысить эффективность учебного процесса. Серверная часть, реализованная на Flask, обеспечивает гибкость, масштабируемость и удобство интеграции с другими системами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суханов А.Я. Разработка веб-сервисов для научных и прикладных задач: учеб. пособие. – Томск: ТУСУР, 2024. – 182 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://edu.tusur.ru/publications/10801> (дата обращения: 17.03.2025).
2. Гринберг М. Разработка веб-приложений с использованием Flask на языке Python / пер. с англ. А.Н. Киселева. – М.: ДМК-Пресс, 2016. – 272 с.
3. MariaDB: учебник для начинающих [Электронный ресурс]. – URL: <https://mariadb.com/kb/ru/a-mariadb-primer/> (дата обращения: 17.03.2025).
4. Сибилёв В.Д. Основы технологии баз данных: учеб. пособие. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2023. – 260 с.

УДК 004.7

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ИОТ-СЕТЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТЕЙНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.И. Горохов, А.Д. Рязанов, студенты каф. КСУП

*Научный руководитель Е.А. Потапова, ст. преп. каф. КСУП
Проект ГПО КСУП-1904. Разработка приложений для Android
г. Томск, ТУСУР, vova-gorohov04@mail.ru*

Предлагается метод автоматизации анализа больших данных в распределённых IoT-сетях на основе технологий контейнеризации (Docker) и брокера сообщений (MQTT). Разработана модульная структура приложения, включающая Java-сервисы для обработки данных, клиентскую часть и систему оркестрации контейнеров.

Ключевые слова: большие данные, распределённые системы, IoT, контейнеризация, Docker, MQTT, автоматизация анализа.

Распределённые сети интернета вещей (IoT) продолжают активно расширяться вследствие увеличения количества сенсоров, объёмов собираемой информации и разнообразия используемых протоколов [1]. Традиционный монолитный подход, при котором все модули (обработка данных, визуализация, интеграция с внешними сервисами) объединены в единое приложение, часто приводит к усложнению обновлений и масштабирования [2].

Альтернативой является контейнеризация, позволяющая изолировать основные функциональные блоки системы (например, аналитический модуль, веб-интерфейс, службу обмена сообщениями) в отдельные среды исполнения. Данный метод обеспечивает хранение всех зависимостей внутри контейнера, упрощая доставку и обновление ПО [3]. Для повышения отказоустойчивости и гибкости в распределении ресурсов могут применяться системы оркестрации Docker-контейнеров (Kubernetes, Docker Swarm).

Применение указанных технологий особо актуально в задачах управления и анализа больших массивов данных, поступающих от разнородных устройств. В рамках проекта умной теплицы использован брокер сообщений (MQTT) для соединения контроллера ESP32 с центральным сервером анализа на Java, а также клиентской частью, реализованной на React. Каждый компонент размещён в своём Docker-контейнере, что упрощает обновления и масштабирование.

Экспериментальная часть. Для оценки эффективности контейнерного метода была проведена серия испытаний с двумя вариантами развёртывания (монолитным и модульным) на машине со следующими характеристиками: процессор AMD Ryzen 7 7700 (8 ядер, тактовая частота 3,8 ГГц), 32 ГБ оперативной памяти, ОС Windows 11, Docker версии 20.10.14 и Docker Compose 1.29.2.

В монолитном сценарии вся функциональность (сбор данных, алгоритмы анализа, пользовательский интерфейс) была собрана в единый программный комплекс. Изменение любого модуля влекло пересборку всего приложения, приводя к временной недоступности системы. Масштабирование оказывалось затруднительным: для увеличения производительности приходилось запускать дополнительные копии всего комплекса, что усложняло координацию данных.

При контейнерном развёртывании система формировалась из независимых сервисов: MQTT-брокер, аналитический блок на Java, клиентская часть и вспомогательные модули. Каждый сервис находился в собственном контейнере Docker и взаимодействовал с другими по схеме «publish–subscribe». В результате обновление одного блока не затрагивало остальные, а перераспределение ресурсов осуществлялось за счёт запуска нескольких экземпляров конкретного контейнера без перезагрузки всей системы.

Замеры времени развёртывания показали преимущество контейнерного подхода: в среднем процесс запуска сократился на 40–45%, поскольку инициализация и настройка каждого сервиса проходили независимо. Кроме того, при отказе одного контейнера оркестратор автоматически его перезапускал, не влияя на работу других компонентов. Вершинная нагрузка при росте количества поступающих данных эффективно перераспределялась путём динамического увеличения количества контейнеров аналитического модуля.

Таким образом, предложенный контейнерный подход и использование брокера сообщений в распределённых IoT-сетях снижают сложность обслуживания, уменьшают время простоя и повышают гибкость масштабирования. В отличие от монолитных решений, где изменения требуют многократных пересборок и перезапусков, мо-

дульная архитектура обеспечивает изоляцию компонентов и непрерывную доступность системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Azzam R.M.A. Ellipsometry and Polarized Light / R.M.A. Azzam, N.M. Bashara. – Amsterdam: North-Holland, 1977. – 653 p.
2. Тихонов А.Н. Методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. – 2-е изд. – М.: Наука, 1979. – 286 с.
3. Круглов В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети: учеб. пособие / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М.: Изд-во физико-математической литературы, 2001. – 224 с.
4. Omega and Kubernetes / B. Burns, O. Grant, D. Oppenheimer, E. Brewer, J. Borg Wilkes // Communications of the ACM. – 2016. – Vol. 59, No. 5. – P. 50–57.
5. Чухно А.А. Docker и Kubernetes: практическое применение в распределённых системах: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2020. – 368 с.

УДК 681.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАГИНОВ В ПРОГРАММЕ REVIT ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СОЗДАНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ АСУ УМНОГО ДОМА

А.О. Савченко, студентка каф. КСУП

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

Рассматривается применение плагинов к программному обеспечению Revit для автоматизации процесса создания документации для автоматизированных систем управления (АСУ) умного дома. Проводится анализ существующих плагинов, оценивается их функциональность и возможности для оптимизации работы проектировщика. Представлены результаты анализа и экспериментальной оценки использования плагинов для создания документации АСУ умного дома в Revit. Оценивается повышение эффективности и сокращение времени проектирования при использовании предложенного подхода.

Ключевые слова: Revit, плагины, автоматизация проектирования, АСУ, умный дом, документация, BIM.

Развитие технологий умного дома приводит к увеличению сложности проектируемых систем. Для эффективного управления проектом и последующей эксплуатации требуется подробная и актуальная документация. Традиционные методы проектирования АСУ, основанные на двумерных чертежах, часто не позволяют эффективно координи-

нировать работу различных специалистов и поддерживать актуальность информации. BIM-технологии (Building Information Modeling) предоставляют инструменты для проектирования инженерных систем, включая АСУ умного дома [1]. Однако базовая функциональность Revit не всегда достаточна для автоматизации специфических задач проектирования АСУ, таких как создание принципиальных схем, спецификаций оборудования и кабельных журналов [2]. Для решения этих задач используются плагины. Целью данной работы является:

1. Проведение анализа существующих плагинов Revit, предназначенных для проектирования инженерных систем, в том числе АСУ.
2. Оценка функциональности различных плагинов для автоматизации документации АСУ.
3. Оценка эффективности использования плагинов для оптимизации процесса проектирования АСУ.

Результаты работы. Проведен анализ наиболее популярных плагинов Revit, предназначенных для автоматизации проектирования инженерных систем [3]. В результате анализа были выявлены следующие плагины, обладающие функциональностью, полезной для проектирования АСУ умного дома:

- *MEPover*: плагин позволяет автоматизировать трассировку кабельных лотков и труб, а также создавать кабельные журналы;
- *Rivet*: плагин предоставляет инструменты для автоматической нумерации элементов, создания спецификаций и ведомостей;
- *ElecWorks for Revit*: плагин предназначен для проектирования электрических систем и позволяет создавать однолинейные схемы, кабельные журналы и спецификации оборудования;
- *CADDUCT*: плагин предназначен для проектирования воздуховодов и трубопроводов, но также может быть полезен для организации кабельных трасс.

Выбор конкретного плагина зависит от специфики проекта и требований к документации. Например, для создания детальных кабельных журналов и схем проводки может быть целесообразно использование плагинов, специализирующихся на электрических системах, таких как *ElecWorks for Revit*. Для автоматизации трассировки кабельных лотков и труб, а также для создания спецификаций можно рассмотреть использование *MEPover* и *Rivet* [4].

Для удобства сравнения существующих плагинов по функциональности и их применимости к задачам проектирования АСУ составлена таблица.

Преимущества использования плагинов [5]:

- *Сокращение времени проектирования*: автоматизация рутинных операций, таких как создание спецификаций, нумерация элемен-

тов и трассировка кабелей, позволяет значительно сократить время проектирования.

- *Улучшение качества документации:* плагины позволяют создавать более точную и актуальную документацию, соответствующую BIM-модели.
- *Снижение вероятности ошибок:* автоматизация снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.
- *Согласованность данных:* данные, используемые в документации, связаны с BIM-моделью, что обеспечивает согласованность и актуальность информации.

Функциональность плагинов для проектирования АСУ умного дома

Плагин	Функциональность	Применимость к АСУ
MEPover	Автоматизация трассировки, создание кабельных журналов, спецификации	Трассировка кабелей, создание спецификаций для оборудования АСУ, кабельные журналы
Rivet	Автоматическая нумерация, создание спецификаций, ведомости	Создание спецификаций оборудования, автоматизация нумерации элементов
ElecWorks for Revit	Создание однолинейных схем, кабельных журналов, спецификаций	Создание принципиальных схем, кабельные журналы, спецификации электрических компонентов АСУ
CADDUCT	Проектирование воздуховодов и трубопроводов, организация кабельных трасс	Организация кабельных трасс, может быть полезен при проектировании физической инфраструктуры

Недостатки использования плагинов:

- *Стоимость:* некоторые плагины являются платными, что увеличивает стоимость программного обеспечения.
- *Обучение:* требуется время на изучение функциональности плагина и его настройку.
- *Совместимость:* необходимо учитывать совместимость плагинов с используемой версией Revit.
- *Зависимость от разработчика:* необходимость обновления плагинов и зависимость от технической поддержки умного дома, а также на оптимизацию работы проектировщиков с плагинами.

Заключение. Использование плагинов Revit для автоматизации создания документации АСУ умного дома является перспективным направлением, позволяющим повысить эффективность и качество проектирования. Плагины позволяют автоматизировать рутинные операции, сократить время проектирования и уменьшить вероятность ошибок. Выбор конкретного плагина зависит от специфики проекта и требований к документации. Дальнейшие исследования будут направ-

лены на расширение функциональности плагинов и разработку новых инструментов для автоматизации проектирования АСУ умного дома.

ЛИТЕРАТУРА

1. Eastman Ch. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors / Ch. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, K. Liston. – 2-nd ed. – Hoboken, NJ: Wiley, 2011. – 648 p.
2. Kymmell W. Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. – New York: McGraw-Hill, 2008. – 692 p.
3. Kreider J. Heating, Ventilating and Air Conditioning Analysis and Design / J. Kreider, J. Haberl. – New York: McGraw-Hill, 2009. – 697 p.
4. 100 плагинов для Revit или Как мы оптимизировали проектирование систем электроснабжения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/step_logic/articles/550000/, свободный (дата обращения: 6.03.2025).
5. Ильин Е.А. Особенности внедрения BIM-моделирования в субподрядные организации на примере внутренних инженерных систем на этапе проектирования и монтажа в Российской Федерации // Символ науки. – 2022. № 4-2. – С. 18–20.

УДК 004.912

ПРОГРАММА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ НОРМОКОНТРОЛЯ УЧЕБНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

*И.А. Школьный, А.С. Кунучаков, В.В. Борщёва,
В.Е. Сурков, студенты каф. АСУ*

*Научный руководитель А.А. Захарова, доцент каф. АСУ, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, shkolnyyia@gmail.com*

Проведено исследование существующих аналогов для автоматизированной проверки нормоконтроля учебной документации. Разработан прототип программы, осуществляющий базовые проверки, такие как форматирование шрифтов и абзацев, наличие в документе ссылок на рисунки и таблицы, последовательной нумерации заголовков и рисунков в соответствующих разделах.

Ключевые слова: нормоконтроль, автоматизация.

Основные проблемы процесса нормоконтроля – это значительные временные затраты. В таблице представлена статистика, демонстрирующая временные затраты на ручную проверку работ для направления «Информатика и вычислительная техника» ТУСУРа. На проверку работ для одного потока студентов уходит больше 3 000 ч (более 3 ставок преподавателей) [1].

**Затраты времени на нормоконтроль для направления 09.03.01
«Информатика и вычислительная техника»**

Вид работы	Среднее кол-во работ	Время на одну работу	Среднее число студентов в одном потоке	Итоговое время, ч
Лабораторная работа	140	15 мин	75	2 625
Курсовая работа	2	1 ч	75	150
Практика	3	1 ч	75	225
ГПО	3	20 мин	75	20
ВКР	1	2 ч	75	150
Всего				3 170

Автоматизация процесса нормоконтроля позволит снизить трудозатраты и повысить производительность проверок, проверять на соответствие сразу нескольким стандартам, а также позволит студентам предварительно проверять свои документы до сдачи преподавателю.

Существующие программы для проверки нормоконтроля:

– TestVKR – программа для проверки на плагиат и соответствие установленным требованиям. Её преимущества – это удобный интерфейс и высокая скорость проверки, но она имеет не всегда точные результаты и ограниченные возможности настройки.

– NormalInspector – надстройка для MS Word 2013. Помогает выявлять и исправлять ошибки в оформлении текстов. Она имеет высокую точность проверки и возможность настройки параметров, но имеет проблемы с совместимостью, ограничена в поддержке других версий Word, а также затруднительна в установке.

– «Нормоконтроль» – приложение для проверки творческих и учебных работ на соответствие шаблонам и стандартам. Оно имеет высокую точность в проверке и гибкую настройку в зависимости от требований учебного заведения, но ограничено в форматах и требует установки на ПК.

Все рассмотренные аналоги не являются распространёнными ни для коммерческого, ни для частного использования. Также они ограничены в форматах проверки: ни одна из программ не поддерживает формат odt – независимый от корпорации Microsoft текстовый формат, а также основной формат при работе в LibreOfficeWriter.

В рамках проекта был написан прототип программы автоматизации нормоконтроля, осуществляющий базовые проверки оформления: шрифт (размер, выделение, тип шрифта), абзац (отступы, межстрочный интервал, выравнивание, отступ первой строки, интервалы), упорядоченность нумерации заголовков, соответствие нумерации рисунков и таблиц разделам, в которых они находятся, наличие ссылок на

рисунки и таблицы в тексте. На рис. 1 представлен результат работы прототипа программы.

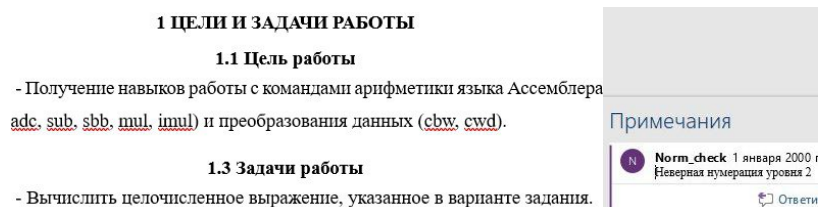


Рис. 1. Результат работы прототипа программы

Планируется добавить функции проверки оформления таблиц, а также возможность настраивать параметры проверки и сохранять шаблоны проверки для быстрого переключения. В будущем при выходе на широкую аудиторию будет упрощён пользовательский интерфейс и возможно добавление программы как инструмента на сайте ТУСУРа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захарова А.А. Проблема автоматизации проведения нормоконтроля студенческих работ в вузах / А.А. Захарова, А.М. Аверьянова, К.Д. Глухих // Электронные средства и системы управления: матер. докладов междунауч. науч.-практ. конф.: в 2 т. – Томск: В-Спектр, 2022. – Т. 2. – С. 106–109.

УДК 004.946

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИГРОВЫХ ДВИЖКОВ

А.С. Сумин, студент каф. ЭМИС

*Научный руководитель А.В. Токарева, ст. преп. каф. ЭМИС
г. Томск, ТУСУР, artiom-sumin@mail.ru*

Представлен сравнительный анализ наиболее популярных игровых движков. Проанализированы особенности, преимущества и недостатки каждого из них. Даны рекомендации по выбору движка.

Ключевые слова: сравнительный анализ, игровой движок, разработка игр, Unity, Unreal Engine, Game Maker, Godot Engine.

На текущий момент игровая индустрия является прибыльной отраслью, поэтому разработкой видеоигр занимаются как крупные компании, так и одиночные разработчики. Однако при выработке решений, связанных с реализацией видеоигр, актуальной является задача выбора игрового движка.

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа наиболее популярных игровых движков для определения слабых и сильных сторон под конкретные задачи разработчика. Сравнение было выполнено среди следующих продуктов: Unity, Unreal Engine, Game Maker и Godot Engine.

Игровой движок – это программный каркас, предназначенный для разработки и запуска видеоигр. Движок отвечает за отображение графики, физику, звуки и другие аспекты игрового процесса.

Unity – игровой движок, созданный компанией Unity Technologies [1]. К преимуществам Unity можно отнести наличие подробного руководства, благодаря чему сокращается время на освоение движка. Также Unity обладает большой библиотекой ассетов и плагинов, затрагивающих множество аспектов – от обычных спрайтов предметов до полной программной и интерфейсной реализации отдельных модулей. К недостаткам Unity можно отнести среднюю производительность, если данный движок используется в крупных проектах. Помимо этого, приложения на Unity занимают много места на носителе, особенно эта проблема заметна при разработке игр для мобильных устройств.

Unreal Engine – игровой движок, разработанный и поддерживаемый компанией Epic Games. Движок поддерживает визуальную систему программирования Blueprints, которая позволяет создавать игровую логику без написания кода [2]. Unreal Engine позволяет достичь фотореалистичной графики благодаря широкому инструментарию для работы с текстурами, освещением и анимацией, поэтому он подходит для создания крупных высокобюджетных проектов [3]. Было выявлено, что из-за множества функций движок сложен для начинающих разработчиков, что увеличивает временные затраты на обучение работы с ним. А из-за высокого качества графики может возникнуть потребность в покупке мощного и производительного оборудования.

Game Maker – игровой движок, на данный момент разрабатываемый YoYo Games [4]. Game Maker является простым в освоении движком благодаря подробному руководству и простому интерфейсу. Движок обладает рядом преимуществ: широкий стандартный функционал, библиотека пользовательских ассетов, в связи с чем от разработчика не требуется написание большого количества кода. Из недостатков можно отметить сложность в разработке 3D-игр из-за небольшого функционала.

Godot Engine – игровой движок с открытым исходным кодом, разработанный Хуаном Лоренцо Грайтнером и на данный момент обновляющийся благодаря сообществу разработчиков со всего мира. Движок имеет модульную архитектуру, поэтому его функционал

можно изменять под потребности разработчика [6]. Godot лёгок в освоении благодаря интуитивно понятному интерфейсу и простому языку, не требователен к ресурсам компьютера. Однако Godot обладает не столь обширной библиотекой ассетов. Помимо этого, движок может уступать по функциональности аналогам, особенно при создании крупных 3D-проектов.

Для сравнения и последующей подготовки рекомендаций разработчикам, основные характеристики игровых движков собраны в таблицу.

Сравнительная таблица игровых движков

Игровой движок	Платформы	Язык программирования	Поддержка 2D-и 3D-разработки	Стоимость
Unity	Windows, macOS, Linux, iOS, Android, PlayStation, Xbox, Nintendo Switch	C#	2D и 3D	Бесплатно, до определённого дохода
Unreal Engine	Windows, macOS, Linux, iOS, Android, PlayStation, Xbox, Nintendo Switch	C++	3D	Бесплатно, до определённого дохода
Game Maker	Windows, macOS, Android, iOS, PlayStation и Xbox	Язык сценариев Game Maker Language	2D	Бесплатно, до определённого дохода
Godot Engine	Windows, macOS, Linux, Android и iOS	GDScript, C# и C++	2D и 3D	Бесплатно

В заключение стоит отметить, что выбор движка зависит от потребностей разработчика. При необходимости разработки крупного проекта с современной графикой подойдёт Unreal Engine, для начинающих разработчиков видеоигр рекомендуется остановиться на Game Maker. При необходимости создания 3D-игр подходят Godot или Unity, первый из них более прост в освоении и использовании и является полностью бесплатным, поэтому будет актуален для начинающих специалистов, а второй имеет больший функционал и библиотеку ассетов, что позволит создавать качественные видеоигры с меньшими временными затратами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Unity: что это за движок, для чего нужен и почему так популярен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skillbox.ru/media/gamedev/unity-chto-eto-za-dvizhok-dlya-chego-nuzhen-i-pochemu-tak-populyaren/>, свободный (дата обращения: 4.03.2025).

2. Introduction to Blueprints Visual Scripting in Unreal Engine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/introduction-to-blueprints-visual-scripting-in-unreal-engine>, свободный (дата обращения: 4.03.2025).

3. Сравнение Unreal Engine 5 с другими игровыми движками: Плюсы и минусы использования UE5 по сравнению с Unity и Godot [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZvUPLWzSPE2fvaRP>, свободный (дата обращения: 5.03.2025).

4. Разработка простейшей игры в Game Maker. Эпизод 0. Первые строки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/255995/>, свободный (дата обращения: 7.03.2025).

5. Ломайкин А.С. Godot engine в современной игровой индустрии // E-Scio. – 2023. – No. 6 (81). – 8 p.

УДК 004.414.38

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ФАЙЛА NETLIST-ПРОГРАММ SPICE-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ООП

Д.В. Дей, Р.С. Титова, С.А. Качаева, Д.Д. Глотов

*Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.
г. Томск, TVCYP, deikadei2003@gmail.com*

Описано представление файла netlist программ SPICE-моделирования в классовой парадигме средствами Qt C++.

Ключевые слова: Qt, netlist, SPICE, C++, проект системы, разработка приложений, ООП.

Netlist SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) представляет собой текстовый файл, содержащий описание электрической схемы для последующего моделирования в программах SPICE. В нём фиксируются данные о компонентах схемы, их соединениях и параметрах, необходимых для анализа её функционирования. Однако для эффективного взаимодействия с электрической цепью посредством программного обеспечения требуется разработать механизм, обеспечивающий не только открытие и сохранение таких файлов, но и систематизацию данных для их дальнейшей обработки [1–3].

Традиционно электрические схемы записываются в виде Netlist-файлов, включающих информацию о компонентах, типах анализа и моделях элементов. Однако непосредственная выгрузка файла в программу без предварительной обработки приводит к необходимости постоянного поиска требуемых параметров при каждом изменении схемы. Такой подход оказывается ресурсоёмким и малоэффективным.

В данной ситуации применение объектно-ориентированного программирования (ООП) позволяет оптимизировать взаимодействие с Netlist, обеспечивая структурную унификацию данных и адаптивность к динамическим изменениям схемы [2, 3].

Первым этапом реализации данного подхода является создание UML-диаграммы классов для тестового приложения, способного открывать и распознавать Netlist-файлы [5]. Центральное место в этой диаграмме занимает класс `Circuit`, представляющий электрическую цепь как совокупность компонентов, видов анализа и моделей элементов. Не менее важным является класс `Component`, содержащий параметры отдельных элементов схемы. Эти классы отражают структуру Netlist, где каждый элемент описывается узлами подключения и характерными метриками, выраженными в соответствующих единицах измерения. Пример начальной UML-диаграммы представлен на рис. 1.

Netlist по своей сути представляет собой файл, данные которого могут быть реализованы в виде классов или их полей. Пример файла изображён на рис. 2.

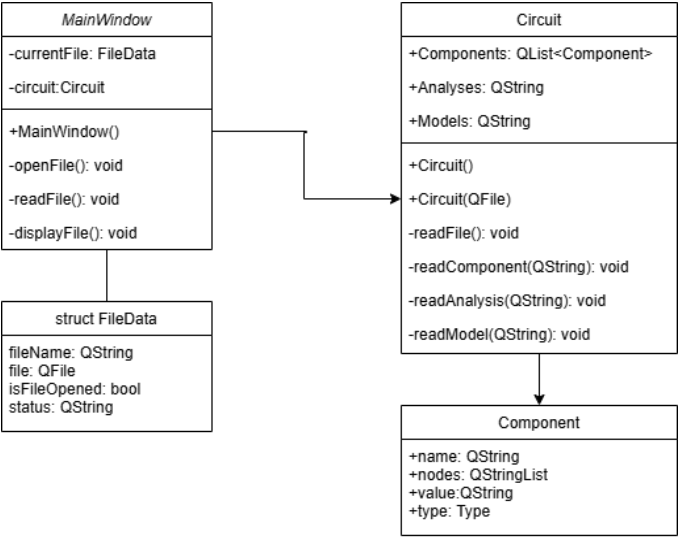


Рис. 1. UML-диаграмма классов взаимодействия с netlist

```

V1 1 0 DC 5V
R1 1 2 1k
C1 2 0 1u

.TRAN 1us 10ms
.END
  
```

Рис. 2. Пример простого файла netlist

Для обработки таких данных необходим алгоритм, способный разделить файл на логические сегменты и извлечь из них параметры элементов. Пример алгоритма на C++ Qt [4] представлен на рис. 3.

```
void Circuit::parseComponent(const QString& line) {
    QStringList tokens = line.split(QRegularExpression("\\s+"), Qt::SkipEmptyParts);
    if (tokens.size() < 4)
        return;

    QString name = tokens[0];
    ComponentType type = ComponentType::Unknown;
    QChar prefix = name[0].toUpper();

    if (prefix == 'R') type = ComponentType::Resistor;
    else if (prefix == 'C') type = ComponentType::Capacitor;
    else if (prefix == 'L') type = ComponentType::Inductor;
    else if (prefix == 'V') type = ComponentType::VoltageSource;
    else if (prefix == 'I') type = ComponentType::CurrentSource;
    else if (prefix == 'M') type = ComponentType::Transistor;
    else if (prefix == 'D') type = ComponentType::Diode;

    QStringList nodes = tokens.mid(1, tokens.size() - 2);
    QString value = tokens.last();
    components.append(Component(type, name, nodes, value));
}
```

Рис. 3. Алгоритм записи данных из netlist

Интерфейс окна представляет собой стандартное окно на C++ Qt [4] с базовыми кнопками и текстовым полем (рис. 4).

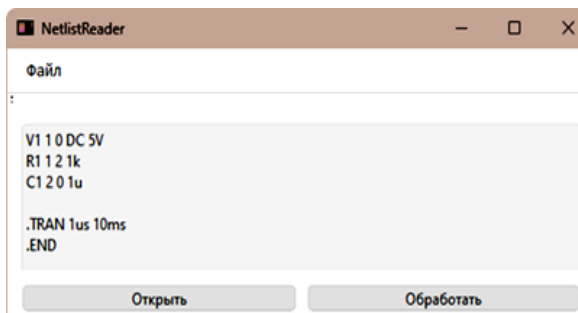


Рис. 4. Интерфейс окна с загруженным файлом netlist

Использование ООП стандартизирует структуру данных, сокращает время на модификацию параметров и повышает эффективность работы с электрическими схемами за счёт автоматизации рутинных операций. Этот подход обеспечивает масштабируемость проектирования и семантическую прозрачность кода, упрощая интеграцию с

алгоритмами машинного обучения и оптимизации, что открывает возможности для создания адаптивных систем, динамически корректирующих параметры схемы в соответствии с современными требованиями компьютерного инжиниринга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Working with a SPICE Netlist [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.altium.com/ru/documentation/altium-designer/working-with-spice-netlist> (дата обращения: 21.03.2025).
2. Vladimirescu A. The Spice book. – New York: J. Wiley, 1994. – 436 p.
3. Harunur R.M. SPICE for power electronics and electric power / R.M. Harunur, Englewood Cliffs. – N.J.: Prentice Hall, 1993. – 420 p.
4. QT и C++ [Электронный ресурс]. – URL: <https://metanit.com/cpp/qt/1.2.php> (дата обращения: 19.01.2025).
5. UML Web Site [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.uml.org/> (дата обращения: 21.03.2025).

УДК 004.414

ОБЗОР КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПОДЛОЖЕК ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНОЙ ГИС

С.А. Качаева, Д.Д. Глотов, Р.С. Титова, студенты каф. КСУП
Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, sonna1012@gmail.com

Даны писание картографических подложек, сравнение самых популярных подложек, выбор лучшего решения для коммерческого и некоммерческого использования.

Ключевые слова: картографическая подложка, ArcGIS, OpenStreet Map, HOR, Google Maps, МГИС.

Картографические подложки играют ключевую роль в современных мобильных геоинформационных системах (далее – МГИС), которые необходимы для навигации, логистики, научных исследований и работы в полевых условиях. Исследование проводилось с целью анализа различных картографических подложек, чтобы определить их достоинства и недостатки в контексте разработки МГИС. В данной статье рассматриваются четыре картографические подложки: ArcGIS [1], OpenStreetMap [2] (OSM), HOR [3] (Hybrid Open Route Service) и Google Maps [4].

Подложка ArcGIS. Она разработана компанией Esri [5] и собирает данные из различных источников, включая официальные картографические службы, спутниковые снимки и данные от партнеров.

Данная подложка используется для профессиональных МГИС благодаря высокой точности, детализированным данным и актуальной информации.

Использование подложки ArcGIS в коммерческих целях требует лицензии, доступной через подписку на сервисы Esri, что является ограничивающим фактором для небольших организаций.

Подложка OpenStreetMap. Является открытым проектом, разрабатываемым добровольцами. Данные собираются путем добавления и редактирования объектов пользователями. Точность и детализация данных зависят от регионов: в более развитых странах данные более точные и детализированные, в менее развитых они могут быть неполными или устаревшими.

Данная подложка имеет бесплатную лицензию. В коммерческих целях ее можно использовать только с указанием авторства, поэтому ее чаще всего используют в некоммерческих проектах, в которых важны доступность и открытость данных.

Подложка HOR. Является гибридной, так как комбинирует данные из различных источников, включая OSM и другие, от которых и зависят точность, актуальность и детализация данных. Имеет более актуальные данные о дорогах и транспортной инфраструктуре в сравнении с другими подложками.

При использовании данной подложки лицензия требуется в зависимости от источников, которые она использует.

Подложка Google Maps. Являющаяся коммерческой и разработанной компанией Google, собирает данные из множества источников, в которые входят спутниковые снимки и данные партнеров и пользователей сообщества Google Local Guide [6]. Имеет высокую точность и детализацию, благодаря чему данная подложка является одним из самых актуальных источников данных.

Использование подложки в некоммерческих целях возможно только с ограничениями, например указание авторства.

Сравнение подложек. В таблице собраны характеристики рассмотренных подложек.

Заключение. Выбор картографической подложки зависит от конкретных задач, бюджета и присутствия коммерческого замысла проекта. Для некоммерческих проектов отличным решением станет OpenStreetMap благодаря открытым данным. Для профессиональных и коммерческих проектов, где важна точность и детализация, рекомендуется использовать ArcGIS или Google Maps. HOR подойдет для специализированных задач, как маршрутизация и навигация, но следует внимательно отнестись к лицензиям источников.

Характеристики картографических подложек

Характеристика	ArcGIS	OSM	HOR	Google Maps
Источник данных	Официальные службы, спутники, партнеры	Добровольцы	Комбинация нескольких источников	Спутники, партнеры, пользователи
Точность	Высокая	Зависит от региона	Зависит от источников	Очень высокая
Лицензирование	Платное	Бесплатное	Зависит от источников	Платное коммерческое использование
Применение	Профессиональные ГИС, коммерческие проекты	Некоммерческие проекты	Навигация, маршрутизация, коммерческие / некоммерческие проекты – в зависимости от источников	Профессиональные ГИС, коммерческие проекты

ЛИТЕРАТУРА

1. ArcGIS Maps для Flutter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developers.arcgis.com/flutter>, свободный (дата обращения: 20.03.2025).
2. Руководство пользователя OpenStreetMap [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main_Page, свободный (дата обращения: 20.03.2025).
3. Документация HOR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://openrouteservice.org/dev/#/api-docs>, свободный (дата обращения: 20.03.2025).
4. Руководство пользователя Google Maps [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developers.google.com/maps/documentation?hl=ru>, свободный (дата обращения: 20.03.2025).
5. Официальный сайт компании Esri [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.esri.com/ru-ru/home>, свободный (дата обращения: 20.03.2025).
6. Официальный сайт сообщества Google Local Guides [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://maps.google.com/localguides>, свободный (дата обращения: 20.03.2025).
7. Выбор подложки окна карты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gradoservice.ru/manualsgs/files/MapSurfer_user_manual_3.39.0/work_base_map.html, свободный (дата обращения: 20.03.2025).

РАСПОЗНАВАНИЕ ШЁПОТНОЙ РЕЧИ

Н.С. Вахтер, А.А. Васин, студенты каф. КИБЭВС

Научный руководитель Н.С. Репьюк, ст. преп. каф. КИБЭВС

Проект ГПО – КИБЭВС-2402. Алгоритмы обработки

речевой информации

г. Томск, ТУСУР, nikitavahter@mail.ru

Рассматриваются задача распознавания русской шёпотной речи, технологии и алгоритмы для её анализа. Описаны акустические особенности шёпота, такие как изменения частоты, амплитуды и др. Также рассматриваются современные подходы, включая алгоритмы на основе глубоких нейронных сетей и модели, адаптированные для работы с низким уровнем шума. Представлен обзор технологий, таких как Microsoft SilentVoice, Whisper от OpenAI и др.

Ключевые слова: шёпот, параметры, распознавание речи, акустические особенности.

Речь служит средством коммуникации между людьми и технологиями. Шёпот, отличающийся отсутствием голосовых вибраций, труден для распознавания традиционными методами. Целью данной статьи является проведение аналитического обзора методов и технологий для распознавания русской шёпотной речи.

На сегодняшний день в мире существует несколько популярных программных продуктов для распознавания шёпотной речи, в том числе и русской.

Microsoft SilentVoice [1] точно распознаёт шёпот, анализируя колебания воздуха у губ (точность – 98,9%). Преимущества: удобство в общественных местах, автоактивация. Недостатки: требуются спецоборудование, сниженная точность в шуме. Whisper (OpenAI) [2] поддерживает шёпот, обучен на 700 000 данных. Плюсы: высокая точность, многозадачность, устойчивость к шуму, открытый код. Минусы: ошибки при шёпоте, зависимость от записи, высокая нагрузка. «Алиса» («Яндекс») [3] использует нейросети для шёпота. Достоинства: шумоподавление, адаптация. Минусы: точность зависит от микрофона, возможны задержки.

Компании стремятся эффективно работать с тихой речью и шёпотом, используя методы шумоподавления и обработки слабых сигналов. Проблемой является сложность распознавания шёпота из-за отсутствия вибраций голосовых связок и зависимости от качества записи и микрофона. Однако точные параметры распознавания шёпота часто не публикуются, что затрудняет объективную оценку их эффективности.

Также ведутся исследования в области распознавания шёпота. В.И. Соловьев, О.В. Рыбальский, В.К. Железняк [4] изучают изменения структуры речи при переходе к шёпоту и предлагают методы его распознавания. Поскольку традиционные алгоритмы ориентированы на голосовую речь, для анализа шёпота применяют мультифрактальный анализ, что улучшает качество распознавания и полезно в медицинской диагностике и ASR-системах. А.Ю. Якимук, А.А. Конев, Ю.А. Терещенко [5] разработали алгоритмы классификации гласных в шёпоте. Их методы могут быть использованы в системах автоматического распознавания речи и голосовых интерфейсах. Ghaffarzadegan, Boril, Hansen [6] предложили метод генерации искусственного шёпота из обычной речи. Это позволяет адаптировать стандартные ASR-модели к шёпотной речи без необходимости собирать специализированные датасеты.

Исследования показывают перспективность новых методов, таких как мультифрактальный анализ, автоэнкодеры и преобразование речи. Однако остаются сложности: спектральные изменения шёпота, отсутствие голосовых вибраций и необходимость адаптации традиционных моделей.

При анализе шёпотной речи рассмотрены ключевые речевые параметры и выделены их особенности в сравнении с обычной речью.

Частота основного тона (ЧОТ). У мужчин данный параметр 80–210 Гц, у женщин – 150–320 Гц. При речи шёпотом этот параметр вне зависимости от пола диктора снижается до 50 Гц и меньше.

Амплитуда. У мужчин и у женщин этот параметр примерно на одном уровне 60–70 дБ. При шёпоте этот параметр меняется на 20–30 дБ.

Тембр. У мужчин данный параметр является низкочастотным, а у женщин – высокочастотным. При шёпоте тембр становится менее насыщенным и выраженным.

Тональность. В речи тональность выражается через интонацию – изменение высоты голоса на протяжении предложения или фразы. При шёпоте тональность и интонация становятся более сдержанными и менее яркими. Изменение в высоте тона – минимальное.

Акустическое различие фонем. Некоторые фонемы, которые в нормальной речи звучат чётко и имеют определенную частотную характеристику, при шёпоте могут быть менее выражены [4].

Содержание высокочастотных составляющих. У мужчин ниже, чем у женщин. При шёпоте это значение увеличится, так как низкие частоты становятся менее выражены [6].

Форманты. При шёпоте голосовые связки не вибрируют с такой амплитудой, как при обычной речи. Если при обычной речи форман-

ты ясны и чётко различимы, то при шёпоте они размываются, создавая менее чёткое звучание [4].

Согласные звуки. При шёпоте они становятся менее яркими, и их спектр изменяется, так как основная энергия сосредоточена в высокочастотных компонентах, а низкие и средние частоты ослаблены [6].

Гласные звуки. При шёпоте они становятся менее выразительными, снижается их чёткость [4]. Шумовое соотношение (SNR) – это соотношение полезного звука и фонового шума. При шёпоте SNR ниже, чем при обычной речи, у мужчин он немного выше, чем у женщин.

В открытых источниках найден только немецкий датасет, но он не подходит. Поэтому анализ проводится на основе аудиофайлов из интернета и научных статей. В дальнейшем планируется создание собственного датасета русской шёпотной речи.

Заключение. Современные технологии распознают шёпот, но неэффективно из-за отсутствия голосовых вибраций. Исследования показывают актуальность проблемы, но универсальных методов и параметрического описания звуков шёкота нет. Для улучшения распознавания шёпотной речи необходимо составить параметрическое описание групп звуков русской шёпотной речи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Microsoft SilentVoice. Microsoft создала систему распознавания беззвучной речи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.microsoft.com/ru-ru/microsoft-research-silentvoice/>, свободный (дата обращения: 26.02.2025).
2. Whisper от OpenAi. Introducing Whisper [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://openai.com/index/whisper/>, свободный (дата обращения: 26.02.2025).
3. Голосовой помощник «Алиса» от «Яндекса». Чат с «Алисой» и YaGPT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alice.yandex.ru/>, свободный (дата обращения: 26.02.2025).
4. Соловьев В.И. Мультифрактальная структура шепота и распознавание речевых структур / В.И. Соловьев, О.В. Рыбальский, В.К. Железняк // Вестник Полоцкого гос. ун-та. – Сер.: Фундаментальные науки. – 2014. – № 12. – С. 16–20.
5. Якимук А.Ю. Алгоритмическое обеспечение системы анализа шепотной речи / А.Ю. Якимук, А.А. Конев, Ю.А. Терещенко // Вестник Брянского гос. техн. ун-та. – 2018. – № 10 (71). – С. 62–71.
6. Generative Modeling of Pseudo-Whisper for Robust Whispered Speech Recognition / Shabnam Ghaffarzadegan, Hynek Boril, John H.L. Hansen // IEEE/ACM Transactions Onaudio, Speech, and Language Processing. – 2016. – Vol. 24, No. 10. – P. 1705–1720.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЧЕВЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛЮДЕЙ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА

А.И. Борискин, З.А. Валик, А.А. Ваянт, студент каф. КИБЭВС

Научный руководитель Н.С. Репьюк, ст. преп. каф. КИБЭВС

Проект ГПО – КИБЭВС-2402. Алгоритмы обработки

речевой информации

г. Томск, ТУСУР, bai853038@gmail.com

Рассматриваются задача распознавания речи у мужчин во время болезни Паркинсона, а также технологии и алгоритмы, применяемые для её анализа. Подробно описаны акустические особенности голосов пациентов с данным заболеванием, такие как изменения в частоте основного тона, амплитуде и тембре.

Ключевые слова: Паркинсон, акустические особенности, алгоритмы обработки речи, монотонность речи.

Болезнь Паркинсона (БП) [1] – самое распространенное нейродегенеративное двигательное расстройство, характеризующееся потерей дофаминергических нейронов и накоплением α -синуклеина в тельцах Леви. Основные двигательные симптомы: тремор, ригидность, брадикинезия и постуральная неустойчивость. Этиология неизвестна в большинстве случаев, но выявлены генетические и внешние факторы риска. Диагностика преимущественно клиническая, а лечение контролирует симптомы, но не останавливает прогрессирование болезни. Распознавание речи у людей с БП становится важным направлением исследований, так как оно может помочь не только в оценке тяжести заболевания, но и в его ранней диагностике [1].

Целью исследования является изучение параметров речи у мужчин во время болезни Паркинсона для выявления характерных акустических изменений, таких как колебания частоты основного тона, амплитуды и тембра, а также разработка эффективных методов автоматического анализа и диагностики заболевания. Анализ этих параметров позволит лучше понять влияние болезни на голосовые характеристики, что может способствовать созданию инструментов для раннего обнаружения и мониторинга прогрессирования заболевания.

Исследование голосовых изменений проводилось у 115 пациентов с болезнью Паркинсона (БП) и 108 здоровых лиц с применением машинного обучения (SVM). Выявлено, что голос аномален уже на ранних стадиях БП и ухудшается при прогрессировании. Терапия L-Допой улучшает голос, но не восстанавливает полностью. Метод машинного обучения показал высокую точность диагностики и клинко-инструментальные корреляции, предлагая новый биомаркер БП [2].

Исследовались 116 пациентов (БП, прогрессирующий надъядерный паралич, мультисистемная атрофия, контрольная группа) с целью дифференциации типов дизартрии. У пациентов с БП выявлена гипокинетическая дизартрия, тогда как у пациентов с атипичным паркинсонизмом наблюдались смешанные формы дизартрии. Акустический анализ голоса показал высокую чувствительность и может быть полезным инструментом в дифференциальной диагностике паркинсонических синдромов [3].

После рассмотрения проводившихся исследований было принято решение о начале собственного изучения параметров для распознавания болезни Паркинсона у мужчин на ранних этапах и в период острого развития заболевания.

Параметры. В исследовании «Biomechanical Parameters of Voice in Parkinson's Disease Patients» [4] рассматриваются изменения акустических параметров голоса у пациентов с болезнью Паркинсона (БП). Предыдущие исследования показывали изменения таких параметров, как частота основного тона (F0), максимальное время звучания, мерцание и дрожание. Однако данных об изменениях акустических параметров у пациентов с БП недостаточно.

В рамках исследования было проведено экспериментальное изучение с участием 20 пациентов (14 мужчин и 6 женщин). Были записаны субъективные показатели голоса (шкала VHI-30 и GRBAS) и объективные показатели с использованием приложения OnlineLAB для анализа биомеханических параметров. Приложение проанализировало 22 биомеханических параметра голоса.

Результаты показали, что субъективные измерения соответствовали предыдущим исследованиям, однако объективные данные отличались от тех, что были получены при традиционных акустических измерениях. Было выявлено, что биомеханический анализ позволяет фиксировать различия параметров в зависимости от пола, а также открывает новое направление исследований для определения взаимосвязи изменений голоса с возрастом или прогрессированием заболевания [4].

В исследовании «Acoustical and Perceptual Analysis of Voice in Individuals with Parkinson's Disease» [5] анализируется влияние болезни Паркинсона на голос, учитывая его важность для общения и качества жизни. Исследование проводилось в форме квазиэксперимента в центре здравоохранения. В нем участвовали две группы: 12 пациентов с болезнью Паркинсона (11 мужчин и 1 женщина, средний возраст 72,41 года) и 12 здоровых людей контрольной группы (10 мужчин и 2 женщины, средний возраст 53,83 года).

Образцы голоса всех участников были записаны и проанализированы с помощью программного обеспечения MDVP CSL 4500. Анализ проводился по 11 акустическим параметрам, а перцептивный анализ осуществлялся с использованием шкалы GRBAS двумя экспертами-логопедами. Для статистического сравнения данных использовался U-тест Манна–Уитни, а для проверки надежности субъективных оценок – альфа-тест Кронбаха.

Результаты акустического анализа выявили значительные различия по семи параметрам: джиттер, мерцание, PPQ, APQ, Fatr (Гц), Fftr, ATRI. Перцептивный анализ между двумя экспертами показал достаточную степень надежности, что подтверждает объективность изменений голосовых параметров у пациентов с болезнью Паркинсона [5].

Анализ акустических и биомеханических параметров голоса у пациентов с болезнью Паркинсона подчеркивает важность комплексного подхода к выявлению изменений голосовых характеристик. Первое исследование показало возможность биомеханического анализа фиксировать различия в зависимости от пола и открывало новые направления для изучения взаимосвязи с возрастом и прогрессированием заболевания. Второе выявило значительные различия в акустических параметрах между пациентами и контрольной группой, а также подтвердило надежность перцептивного анализа. Эти результаты подчеркивают необходимость дальнейшего изучения голосовых изменений и их влияния на качество жизни пациентов.

Датасет. Был проведён поиск датасетов голосов людей с болезнью Паркинсона на различных языках в разных поисковых системах. В результате не было найдено ни одного датасета в открытом доступе. Однако имеется возможность создать собственный датасет на основе голоса канадо-американского актёра Майкла Джея Фокса, у которого выявили болезнь Паркинсона в возрасте 30 лет. Благодаря тому, что в открытом доступе можно найти множество интервью с участием Майкла, имеется возможность собрать множество записей на каждой из стадий заболевания.

Заключение. В заключение можно отметить, что исследования, посвященные акустическим изменениям голосовых характеристик у пациентов с болезнью Паркинсона, показывают значительный прогресс в понимании влияния этого заболевания на голос. Применение современных методов анализа речи, таких как машинное обучение и биомеханический анализ, предоставляет новые возможности для более точного и раннего обнаружения болезни. Эти технологии могут стать основой для создания инструментов для мониторинга состояния пациентов и оценки прогрессирования заболевания в реальном времени.

В будущем применение акустических технологий в диагностике и терапии болезни Паркинсона обещает значительное улучшение качества жизни пациентов. Разработка автоматизированных систем, которые могут анализировать голосовые параметры с высокой точностью, поможет не только врачам в постановке диагноза, но и пациентам, предоставив им более персонализированные рекомендации по лечению и реабилитации. Учитывая возрастную зависимость изменений в голосе и прогрессирование заболевания, внедрение таких систем в медицинскую практику станет важным шагом в борьбе с болезнью Паркинсона, улучшая раннюю диагностику и управление состоянием пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Balestrino R. Parkinson disease / R. Balestrino, A.H.V. Schapira // Eur. J. Neurol. – 2020. – Vol. 27. No. 1. – P. 27–42.
2. Voice in Parkinson's Disease: A Machine Learning Study / A. Suppa, G. Costantini, F. Asci, P. Di Leo, M.S. Al-Wardat, G. Di Lazzaro, S. Scalise, A. Pisani, G. Saggio // Front Neurol. – 2022. – Vol. 13. – P. 1–12.
3. Kowalska-Taczanowska R. Parkinson's disease or atypical parkinsonism? The importance of acoustic voice analysis in differential diagnosis of speech disorders / R. Kowalska-Taczanowska, A. Friedman, D. Kozirowski // Brain and behavior. – 2020. – Vol. 10, No. 8. – P. 1–10.
4. Arias T.R. Biomechanical Parameters of Voice in Parkinson's Disease Patients / T.R. Arias, I.R. Cortes, A.P. Del Olmo // Folia Phoniatr Logop. – 2024. – Vol. 76, No.1. – P. 91–101.
5. Abraham E.A. Acoustical and Perceptual Analysis of Voice in Individuals with Parkinson's Disease / E.A. Abraham, A. Geetha // Indian journal of otolaryngology and head and neck surgery. – 2023. – Vol. 75, No. 2. – P. 427–432.

УДК 004.934.2

РАЗРАБОТКА ГОЛОСОВОГО ПОМОЩНИКА НА ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ WINDOWS

С.О. Винокурова, Я.И. Крылова, И.Н. Москаленко, студенты
Научный руководитель Е.А. Потапова, ст. преп. каф. КСУП
Проект ГПО КСУП-1703. Голосовое приложение-помощник
на операционную систему Windows
г. Томск, ТУСУР, evgeniia.a.potapova@tusur.ru

Представлен процесс разработки голосового приложения-помощника для операционной системы Windows.

Ключевые слова: голосовой помощник, Python, распознавание речи, синтез речи, автоматизация.

Современные технологии голосовых помощников активно развиваются и находят применение в различных сферах. В данной работе представлен разработанный голосовой помощник для операционной системы Windows, реализованный с использованием языка программирования Python и соответствующих библиотек.

Среди наиболее известных голосовых помощников можно выделить Siri (Apple), Alexa (Amazon) и Google Assistant [1]. Они обеспечивают широкий функционал и интеграцию с экосистемами разработчиков. Разработка собственного помощника позволяет адаптировать функционал под конкретные задачи.

В качестве языка программирования был выбран Python [2] благодаря его простоте и легкому импортированию библиотек для работы с голосом. Основные используемые библиотеки:

- SpeechRecognition – для распознавания речи [3];
- pyttsx3 – для синтеза речи;
- PyOWM – для получения прогноза погоды;
- FuzzyWuzzy – для обработки пользовательских команд.

Помощник поддерживает выполнение следующих команд: озвучивание текущего времени, воспроизведение музыки, поиск информации в интернете, открытие расписания занятий, воспроизведение видео с видеохостинга YouTube, получение прогноза погоды.

На рис. 1 представлен пример выполнения запроса, отображаемый на экране.

На рис. 2 представлены блок-схемы функций голосового помощника для выполнения команд.

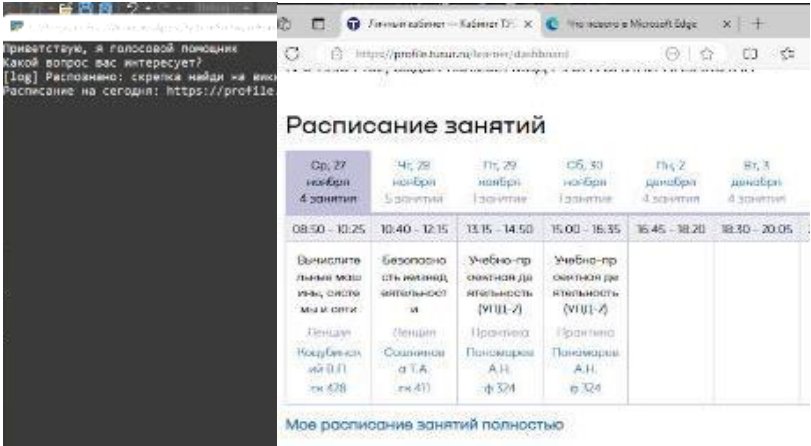


Рис. 1. Результат выполнения запроса «Открыть сайт ТУСУР»

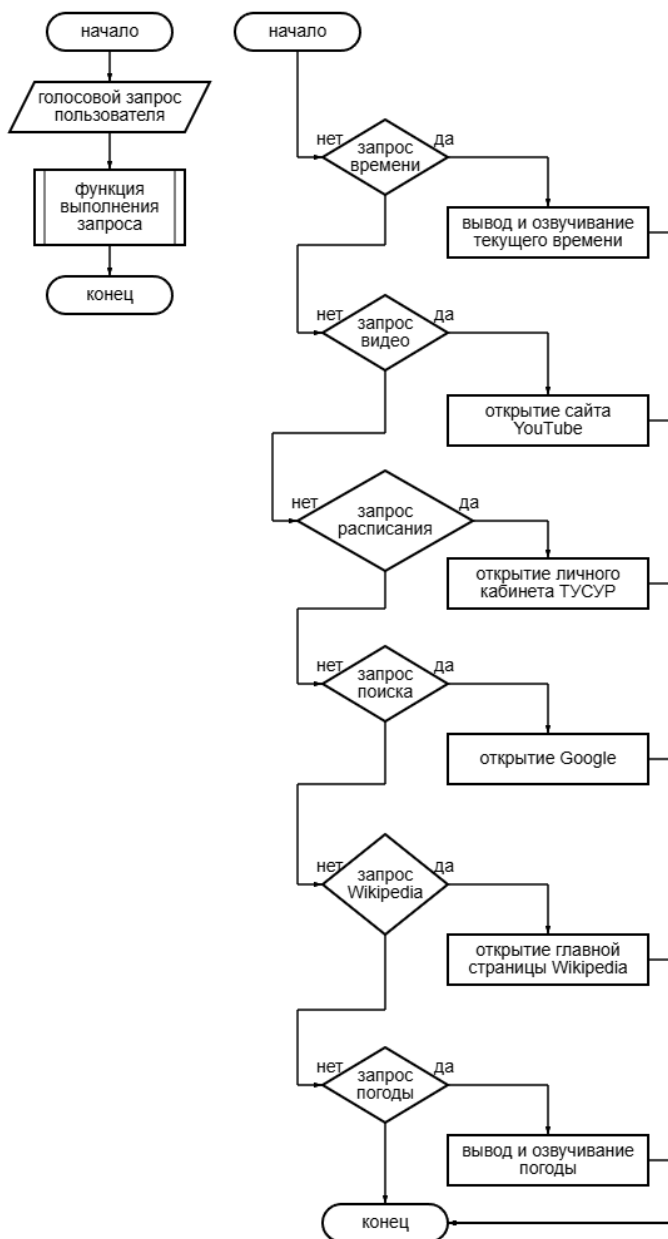


Рис. 2. Блок-схема функций для выполнения команд

Разработка голосового помощника на Python продемонстрировала возможность создания удобного инструмента для автоматизации повседневных задач. Использование открытых библиотек позволило реализовать ключевые функции без необходимости сложных вычислительных мощностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лучшие голосовые помощники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://journal.tinkoff.ru/best-smart-assistants/>, свободный (дата обращения: 19.09.2024).
2. Python Software Foundation: офиц. сайт Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.python.org>, свободный (дата обращения: 21.09.2024).
3. SpeechRecognition – библиотека для обработки речи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pypi.org/project/SpeechRecognition/>, свободный (дата обращения: 26.11.2024).

УДК 004.031.4

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ НА C++ И PYTHON ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ХОЛОДИЛЬНЫХ КАМЕР

Д.А. Зырянов, студент ИШИТР

*Научный руководитель А.И. Кочегуров, доцент ОИТ ИШИТР, к.т.н.
г. Томск, ИШИТР НИ ТПУ, daz45@tpu.ru*

Представлен программно-аппаратный комплекс для автоматизации проектирования систем мониторинга холодильных камер. Разработаны модули на C++ (Arduino Uno) и Python (Raspberry Pi 4), обеспечивающие сбор данных с датчика DS18B20, передачу через REST API, анализ и уведомление об аномалиях через Telegram-бот. Задержка передачи данных не превышает 2 с, погрешность измерения – $\pm 0,5$ °C.

Ключевые слова: автоматизация, мониторинг, IoT, Arduino, Raspberry Pi, REST API, Telegram-бот.

Холодильные камеры требуют постоянного контроля температуры, так как даже кратковременные отклонения за пределы диапазона – 25 ... –18 °C – могут привести к порче продуктов. Коммерческие решения для мониторинга часто имеют высокую стоимость и сложны в адаптации, что делает их недоступными для малого бизнеса. Предложенная система решает эти проблемы за счет использования недорогих компонентов и открытого программного обеспечения.

В основе системы лежит трехуровневая архитектура (рис. 1). На аппаратном уровне задействованы Arduino Uno с датчиком DS18B20 и модулем Wi-Fi ESP8266, а также Raspberry Pi 4 в качестве сервера. Датчик DS18B20 обеспечивает измерение температуры с точностью $\pm 0,5$ °C в диапазоне $-55 \dots +125$ °C, что соответствует требованиям холодильных камер. Модуль ESP8266 настроен на автоматическое подключение к Wi-Fi с повторными попытками при сбоях, что повышает надежность передачи данных.



Рис. 1. Трехуровневая архитектура программно-аппаратного комплекса

Программная реализация включает модуль на C++ для Arduino, выполняющий опрос датчика каждые 5 мин, формирование JSON-пакета вида `{«temp»: -20,3}` и отправку данных на сервер через HTTP POST. При отсутствии связи данные временно сохраняются в EEPROM Arduino с последующей отправкой после восстановления соединения. Серверная часть на Python использует фреймворк Flask для приема данных через REST API и сохранения их в базу данных SQLite с временной меткой. Алгоритм анализа проверяет превышение пороговых значений (-25 и -18 °C) и активирует Telegram-бот для отправки уведомлений. Бот, реализованный с помощью библиотеки `aiohttp`, генерирует ежедневные CSV-отчеты и мгновенные оповещения об аномалиях, используя асинхронные запросы для минимизации задержек.

Интеграция компонентов обеспечена через REST API для обмена данными между Arduino и сервером, а также Webhook для взаимодействия сервера с Telegram. Тестирование показало, что задержка передачи данных составляет 1,2–2,0 с, потребление памяти Arduino достигает 85%, а нагрузка на CPU Raspberry Pi не превышает 15%. Критические проблемы, такие как потеря данных при сбоях Wi-Fi, решены за счет буферизации в EEPROM и увеличения таймаута HTTP-запросов до 10 с.

Система демонстрирует высокую экономическую эффективность: ее себестоимость составляет 2 000 руб., что на 60% ниже средней цены коммерческих аналогов. Масштабируемость обеспечивается возможностью подключения дополнительных датчиков (влажности DHT22, давления BMP180), а открытый исходный код позволяет адаптировать решение для мониторинга теплиц или животноводческих комплексов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Документация Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arduino.cc>, свободный (дата обращения: 10.10.2023).
2. Flask: Веб-фреймворк на Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://flask.palletsprojects.com>, свободный (дата обращения: 10.10.2023).
3. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.analog.com>, свободный (дата обращения: 10.10.2023).
4. Пантелейко А.Ф. Разработка онлайн-сервиса для создания электронных учебников // Современные технологии в теории и практике. – 2021. – С. 45–52.
5. Автоматизация учета животных на основе IoT // Системы управления. – 2020. – № 4. – С. 23–30.
6. Azzam R.M.A. Ellipsometry and Polarized Light. – Amsterdam: North-Holland, 1977. – 653 p.

УДК 004.896

ОГРАНИЧЕНИЯ В ОБЩЕНИИ БОТОВ В TELEGRAM: ПРОБЛЕМЫ, УГРОЗЫ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

Н.А. Мякишин, аспирант

*Научные руководители: Н.В. Гавриловская, к.т.н., доцент каф.
систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов;*

*О.М. Кузина, ст. преп. каф. сельскохозяйственных мелиораций
г. Москва, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева,*

miakshin_na@rgau-msha.ru

Рассматриваются ограничения в работе телеграм-ботов, связанные с невозможностью обмена личными сообщениями между ботами и отсутствием видимости сообщений друг друга в групповых чатах. Эти ограничения были введены Telegram для защиты пользовательских групп от зацикленных атак, где несколько эхо-ботов могут создавать бесконечные цепочки сообщений. Статья также анализирует вопрос о том, как эти ограничения влияют на возможность ботов взаимодействовать через публичные каналы Telegram.

Ключевые слова: Telegram, ТимБот, телеграм-боты, межботное взаимодействие, ограничения API, заикливание ботов, эхо-атаки, Telegram-каналы.

Ограничения в работе телеграм-ботов. Telegram API строго запрещает ботам отправлять личные сообщения друг другу. Это ограничение введено для предотвращения образования «эхо-циклов», когда два или более ботов бесконечно обмениваются сообщениями. Такие ситуации могут возникать как намеренно, например при атаках на группы, так и случайно, например при экспериментах разработчиков [1]. Боты также не могут видеть сообщения, отправленные другими ботами в групповые чаты. Это еще одно защитное ограничение, направленное на минимизацию нежелательного поведения в общих группах. Основная цель указанных ограничений – обеспечение безопасности [2] и стабильности работы платформы Telegram. Эти ограничения создают сложности для разработчиков, которые хотят организовать взаимодействие между несколькими ботами в рамках одного проекта. В нашем проекте были созданы такие условия для обмена данными между ботами: ТимБот [3] и НейроТимБот [4]. Первый – это продуктовый бот для студентов Тимирязевской академии, второй – в разработке, бот с подключенной мультимодальной нейросетью QWEN2.5 для распознавания изображений документов [5].

Потенциальные решения. Для преодоления ограничений можно рассмотреть следующие подходы.

Использование сторонних серверов. Один из наиболее надежных способов – организация межботного взаимодействия через внешний сервер. Боты могут обмениваться данными через REST API или WebSocket-соединения [6], минуя ограничения Telegram.

Применение Telegram-каналов. Как уже отмечалось, каналы Telegram могут использоваться для передачи информации между ботами, если правильно настроить права доступа. Однако этот метод менее безопасен, так как данные могут быть доступны третьим лицам.

Создание специальных групп с участием разработчиков. Если задача требует простого тестирования, можно создать закрытую группу, куда будут добавлены все необходимые боты и разработчики. Хотя боты не увидят сообщения друг друга, разработчики смогут контролировать процесс, если один из ботов будет использовать не Aioogram или Telebot-библиотеку, а Telethon – это библиотека иного вида, которая позволяет управлять не только ботами от @BotFather, но и учетной записью обычного пользователя, который может писать и взаимодействовать с ботами [7].

Заключение. Ограничения в работе телеграм-ботов, связанные с невозможностью личного общения и отсутствием видимости сообщений в группах, являются важным механизмом защиты платформы от заикливания и атак. Тем не менее эти ограничения создают вызовы для разработчиков, стремящихся организовать эффективное взаимодействие между ботами. Использование каналов Telegram, сторонних серверов или специальных групп может помочь решить эти проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мякшин Н.А. Использование ботов в качестве front-end в разработке IT-проектов в АПК // Управление рисками в АПК. – 2024. – № S3 (53). – С. 592–599.
2. Кустов Д.Н. Реализация атаки на VPS сервер через Telegram-сессию / Д.Н. Кустов, С.В. Мицук // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: межвуз. сборник науч. трудов. – Рязань: Рязан. радиотехн. ун-т им. В.Ф. Уткина, 2024. – С. 93–97.
3. Св-во о гос. регистр. программы для ЭВМ № 2024618179 Российская Федерация. «Чат-бот для студентов «ТимБот» в мессенджере Telegram»: № 2024616700 : заявл. 29.03.2024; опубл. 09.04.2024 / Н.В. Гавриловская, Ю.А. Мырксина, Н.А. Мякшин и др.; заявитель ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева».
4. Использование мультимодальной нейросети для организации бизнес-процессов и распознавания документов / Н.А. Мякшин, О.М. Кузина, Н.В. Гавриловская, А.С. Балабаев // Инноватика в современном мире: опыт, проблемы и перспективы развития: сборник науч. статей по матер. XVI Междунар. науч.-практ. конф., Уфа, 13 декабря 2024 г. – Уфа: Научно-издательский центр «Вестник науки», 2024. – С. 209–214.
5. Хворова Л.А. Проблема аналогичности и классификации метеорологических ситуаций как одна из задач теории распознавания образов / Л.А. Хворова, Н.В. Гавриловская // Управление корпорацией: сборник науч. статей. – Барнаул: Алтайский гос. ун-т, 2007. – С. 272–278.
6. Мякшин Н.А. Цифровые технологии по управлению рыбозащитным сооружением на водозаборе комсомольской оросительной системы, Марковский район, Саратовская область // Сборник трудов, приуроченных к 77-й Всерос. студенческой науч.-практ. конф., посвященной 150-летию со дня рождения А.Г. Дояренко, Москва, 12–14 марта 2024 г. – М.: Российский гос. аграрный ун-т, 2024. – С. 134–136.
7. Использование функций мессенджера Telegram для обмена сообщениями между узлами распределенной вычислительной системы / В.А. Алексеев, П.А. Домашнев, Т.В. Лаврухина, О.А. Назаркин // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т. 7, № 6. – С. 67–72.
8. Св-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2023689124 Российская Федерация. Модель оценки состояния мелиоративной отрасли РФ, оптимизация и прогноз развития: заявл. 30.11.2023; опубл. 26.12.2023 / Д.М. Бенин, Н.В. Гавриловская, Н.А. Мякшин и др.; заявитель ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева».

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.

Д.И. Сосин, А.О. Бантя, Г.К. Петров

Технологии создания интерфейса кроссплатформенных приложений
при переходе на российское программное обеспечение
на примере системы учета нарушений25

И.Д. Бураков

Система сбора и унификации информации на языке программирования Python .28

И.Ю. Чернышов

Методы фильтрации данных акселерометра при оценке движений
верхних конечностей31

О.В. Петрова, М.А. Деев

Метод компенсации низкой яркости и недостаточного контраста
на изображениях, сделанных с БПЛА, в рамках задач лесной таксации34

А.Б. Гомбоин

Использование возможностей языка Dart для повышения скорости
обработки геоданных в геоинформационном мобильном приложении.....37

А.С. Грудцин

Метаэвристические методы оптимизации, алгоритм муравьиной колонии. ...40

Г.А. Игнатеня, К.С. Емельянов

Анализ цветовых характеристик для выделения объектов
на аэрофотоснимках.....43

В.А. Киреев

Метод временного автоматического управления подвижным объектом
для предотвращения дорожно-транспортных происшествий47

А.М. Кириченко

Обзор методов оптимизации расчётов отображения 2D-графики
в современных веб-приложениях50

Т.И. Кондрашова, А.Н. Колесенков

Перспективы применения предиктивной аналитики
и автоматического принятия решений в банковской индустрии54

М.А. Кустов

Система оптимального планирования нагрева
и реверсивной прокатки слэбов57

<i>В.Д. Аникаев, Е.Е. Мансуров</i>	
Система автоматизации выдачи маршрутов перемещения для водителей логистического предприятия	60
<i>Р.А. Матевосян</i>	
Проектирование системы комплексного планирования загрузки агрегатов сталеплавильного производства	63
<i>В.В. Панин</i>	
Разработка приложения для автоматизации документооборота службы контроля качества	66
<i>М.А. Деев, О.В. Петрова</i>	
Использование алгоритмов сегментации и сглаживания в программе для определения крон на изображениях лесного массива в рамках задач лесной таксации	69
<i>А.О. Бантя, Д.И. Сосин, Г.К. Петров</i>	
Технологический стек для разработки серверной части специализированной системы учета	72
<i>Д.М. Стёпкин, Д.А. Харламов</i>	
Управление процессом гомогенизации стали в агрегате ковш-печь на основе математического моделирования	75
<i>Д.А. Полухин, А.К. Садыков, П.Д. Тихонов</i>	
Автоматизированная система управления высокопроизводительными вычислительными ресурсами для обеспечения учебного процесса в области машинного обучения	78
<i>А.В. Тарасенко, Д.Д. Фролова, В.В. Васин</i>	
Разработка пользовательского интерфейса для веб-приложения «Помощник по парковке»	81
<i>С.С. Дудник, М.А. Янышевский</i>	
Архитектура серверной части кроссплатформенного приложения «Т-Parking»	84
<i>М.А. Чебыкин, Н.Д. Замаев, А.И. Кушнеревич</i>	
Анализ фронтальной проекции человека на изображении с использованием нейронных сетей	88
<i>М.Е. Шилько, М.О. Жарикова, А.В. Моргунов, А.Б. Кураков</i>	
Авторегрессионное восстановление фронтального движения человека на основе ключевых точек YOLO и LSTM по видеозаписям.	91
<i>А.М. Арчаков, Е.Е. Мансуров, П.Д. Тихонов</i>	
Решение задачи коммивояжера метаэвристическими методами. Метод имитации отжига. метод частиц в стае	94
<i>Д.И. Дембицкий, И.И. Климов</i>	
Минимизация гамильтоновой цепи метаэвристическими методами. Метод, имитирующий физические процессы. Метод разбросанного поиска..	97

Подсекция 3.2

РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

*Председатель секции – Сенченко П.В., проректор по УРиМД,
доцент каф. АОИ, к.т.н.;*

зам. председателя – Сидоров А.А., зав. каф. АОИ, к.э.н., доцент

Д.В. Хазов

CRM-система для автоматической верстки, согласования
и печати выпускных альбомов 100

Г.А. Волокитин

Использование Metric Learning в задачах сбора
обучающей выборки изображений 103

Е.Ю. Тимирзин, А.В. Щербинин, А.С. Никулин, И.И. Живодовский

Методы оптимизации производительности микросервисных приложений .. 105

Д.А. Беспалов, И.А. Маратов, Т.С. Симонов

Серверная часть программной системы
для проработки психологических проблем 107

К.А. Чернышев, Р.С. Кулышин

Разработка математического метода для классификации данных ЭЭГ 110

А.А. Гужаева, Ю.А. Ярлыкова, В.А. Чиняева

Сравнительный анализ голосовых помощников 113

Л.А. Почтарева, Д.С. Попов, Н.А. Назаров, В.С. Синичкина

Проектирование интерфейса для системы моделирования
диаграмм потоков данных 116

А.А. Шамина

Анализ современных способов шифрования передаваемого сигнала
с использованием сплайн-функций 119

В.А. Зарубин, Д.И. Дмитрийчук

Цифровой реестр академических достижений с использованием блокчейна .. 121

Подсекция 3.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

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

А.П. Бабушкин, Н.А. Дерябин

Реализация алгоритма построения 3D-моделей
на основе API КОМПАС-3D 124

К.А. Королева

Разработка базы данных для программного обеспечения:
персональные рекомендации IT-направлений для абитуриентов 126

<i>Н.А. Косарев</i>	
Разработка информационных программ для работы с цифровыми и аналоговыми датчиками с помощью комплектов измерительных приборов NI ELVIS II+ и NI ELVIS III	129
<i>Д.С. Лисица</i>	
Применение алгоритмов построения рекомендательных систем для подбора места прохождения практики	132
<i>Э.А. Латышева, А.В. Малков</i>	
Разработка Telegram-бота для справочника специальных терминов и аббревиатур	135
<i>Ю.М. Козлова, А.М. Емельянов, И.С. Надеждин</i>	
Разработка алгоритма фильтрации измерительных сигналов с применением сверточной нейронной сети	137
<i>Т.А. Таюрский</i>	
Оптимизация гиперпараметров нечеткой модели управления уровнем жидкости в ёмкости с насосом	140
<i>А.В. Уфимцев</i>	
Построение математической модели универсального гидравлического стенда	143
<i>А.Е. Залогов</i>	
Суррогатная модель управляемой ёмкости с жидкостью на базе искусственных нейронных сетей	147

Подсекция 3.4

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

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

<i>Н.А. Дерябин, А.П. Бабушкин</i>	
Анализ инструментальных средств для прогнозирования микротвёрдости керамического материала	151
<i>А.О. Дергачев, О.И. Погребная</i>	
Прогнозирование уровней добычи углеводородов с использованием методов искусственного интеллекта	154
<i>А.С. Щербаков, С.В. Ильин</i>	
Поиск пожаров на основе обработки изображений БПЛА	157
<i>К.В. Никитин</i>	
Длина контекста в больших языковых моделях в задаче анализа русского языка	160

Подсекция 3.5

МОЛОДЕЖНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ

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

Ю.О. Лобода, Н.С. Бирюкова, А.А. Новиков, А.К. Алымкулова Разработка алгоритмов обработки ЭЭГ	165
А.А. Юрьев, А.М. Антонов, Д.А. Вытнов Способы реализации отступного синтаксиса в новом языке программирования	168
Н.К. Артамбаева Особенности разработки концепции продвижения для образовательного центра при IT-компании	171
С.М. Мадыкаримов, А.Н. Базкен, Н. Мурзахметова Система автоматического хранения продуктов	174
Н.С. Поборцев, А.Д. Буряченко Особенности строения и программирования робота ROV-BOT.....	176
Д.П. Долгополов, Л.К. Чаплинский Биовдохновленный робот гексапод и коллективная робототехника	179
А.К. Ершова Обзор существующих бизнес-процессов управления лояльностью клиентов в российских финтех-компаниях.....	182
А.А. Филимонцева Улучшение производственных процессов через управление несоответствиями	185
В. Гуртовенко Регламентация бизнес-процесса «Взаимодействие ООО «ПБЭ» с вузами РФ: согласование и подписание договора о сотрудничестве»	188
С.А. Механошина, Е.С. Карцев проблемы анализа рынка измерительных приборов	191
А.Е. Алибаев, Д.А. Кондратов, Д.А. Колядов Экономика труда: концепции и современные тенденции	194
К.Р. Лукашев, Г.Д. Крылов, М.С. Мазур Разработка нового языка программирования как развитие современной теории типов	196
Е.С. Карцев, С.А. Механошина Оценка возможности занятия ниши инфракрасных рамок на российском рынке	200
М.А. Карченко, К.А. Одерова Применение искусственного интеллекта в цифровом дизайне	203

А.В. Редько Компьютерные системы биоуправления на примере миодатчиков	205
А.А. Шмырёва Этапы внедрения процессного подхода в организации ООО «Топмедиа»...	207
К.А. Никитина, М.С. Смагин Очистка малых водоемов с использованием роботизированной системы....	211
С.Р. Валитов, А.С. Мальков, М.С. Пархоменко Анализ решений обработки массивов данных с помощью нейронных сетей	213
А.М. Волкожа Развитие компаний в соответствии с тенденциями и принципами НТИ	215

Подсекция 3.6

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Председатель секции – Хабибулина Н.Ю., доцент каф. КСУП, к.т.н.;
зам. председателя – Потанова Е.А., ст. преп. каф. КСУП

Д.Ж. Бальжинов, А.А. Баранов Генерация уровня в компьютерной игре на основе сгенерированного массива чисел	218
П.В. Бабаян, Д.А. Баженов Восстановление изображений, сформированных в оптико-электронных системах с механической разверткой, с использованием 3D-обработки	221
А.И. Глушенкова, Г.А. Катренко, С.С. Масликов Интерактивная информационная платформа для изучения истории и культуры г. Томска «Томск для каждого»	223
А.С. Горкальцева Разработка мобильного приложения для изучения иностранных слов «Learn Language APP»	226
А.С. Горкальцева, С.Д. Чемоданов Разработка веб-сайта, предоставляющего информацию о программном обеспечении, разработанном в подразделениях АО «ТомскНИПИнефть»	229
А.С. Скоков, А.С. Горкальцева Макетирование пользовательского интерфейса для веб-приложений с использованием Figma	231
А.Д. Рязанов, В.И. Горохов Применение методов федеративного обучения при создании распределённых систем управления	233

<i>А.С. Кученко, К.А. Ларионов, Т.Р. Рафиков, Н.Е. Исайченко</i> Подходы к разработке API для настольных приложений	236
<i>С.С. Исмагуллова</i> Сравнительный анализ облачных сред разработки для машинного обучения	238
<i>А.А. Иванов</i> Модернизация системы автоматизации расчётов оснований и фундаментов при использовании ММГ по I принципу	241
<i>Н.Е. Будеева, М.В. Панюкова, А.С. Карташова</i> Автоматизированная система составления расписания: клиентская часть	243
<i>Г.А. Катренко, С.С. Масликов, А.И. Глушенкова</i> Выбор стека разработки для веб-приложения «Томск для каждого»	246
<i>Э.А. Латышева, А.В. Малков</i> Сбор обратной связи по выданным средствам индивидуальной защиты (СИЗ) с помощью Telegram-бота	249
<i>Д.А. Агафонов, А.Р. Мальцев</i> Обзор моделей семейства YOLO: эволюция архитектур, сравнительный анализ и перспективы применения	251
<i>А.С. Мандриченко, А.А. Шмидт, Ю.А. Кудрявцева</i> Проектирование базового излучателя антенной решетки с применением генетического алгоритма	255
<i>С.С. Масликов, А.И. Глушенкова, Г.А. Катренко</i> Требования к разработке веб-приложения «Томск для каждого»	257
<i>К.С. Фомина, Е.В. Сарычева, Р.А. Матевосян, Е.В. Еришов</i> Разработка программного обеспечения для планирования сталеплавильного производства	260
<i>А.А. Меринов, Р.Н. Абдуллин, П.Г. Букина</i> Исследование технологий применения инфракрасного излучения для поиска и спасения пропавших людей в труднодоступной местности ...	263
<i>А.В. Михеева</i> Система фиксации рабочего времени	266
<i>С.А. Качаева, Д.Д. Глотов, А.В. Мирошников</i> Обзор программного обеспечения для автоматизированного фаззинг-тестирования	268
<i>А.В. Мирошников, Р.С. Титова, Д.В. Дей, В.Д. Москвин</i> Диаграмма Смита–Вольперта и программные средства на ее основе	271
<i>А.А. Нечунаев</i> Применение преобразования Фурье в спектрограммах для анализа речи	274
<i>И.А. Нильмаер</i> Анализ инструментов модерации текста на наличие запрещенных тем	277
<i>Е.О. Овечкина</i> Проектирование алгоритма для автоматизации составления расписания с учётом многокритериальных ограничений в учебных заведениях	279

<i>А.Н. Тайтов, А.Д. Селезнев, П.Д. Разбойников, А.С. Кунучаков</i> Автоматизированная система составления расписания: база данных и серверная часть	283
<i>В.И. Горохов, А.Д. Рязанов</i> Автоматизация анализа больших данных в распределённых IoT-сетях с использованием контейнерных технологий	286
<i>А.О. Савченко</i> Использование плагинов в программе Revit для автоматизации создания документации АСУ умного дома	288
<i>И.А. Школьный, А.С. Кунучаков, В.В. Борщёва, В.Е. Сурков</i> Программа для автоматизации нормоконтроля учебной документации	291
<i>А.С. Сумин</i> Сравнительный анализ игровых движков.....	293
<i>Д.В. Дей, Р.С. Титова, С.А. Качаева, Д.Д. Глотов</i> Представление файла Netlist-программ SPICE-моделирования в ООП	296
<i>С.А. Качаева, Д.Д. Глотов, Р.С. Титова</i> Обзор картографических подложек для разработки мобильной ГИС	299
<i>Н.С. Вахтер, А.А. Васин</i> Распознавание шёпотной речи.....	302
<i>А.И. Борискин, З.А. Валик, А.А. Ваянт</i> Исследование речевых параметров людей с болезнью Паркинсона	305
<i>С.О. Винокурова, Я.И. Крылова, И.Н. Москаленко</i> Разработка голосового помощника на операционной системе Windows	308
<i>Д.А. Зырянов</i> Разработка программного модуля на C++ и Python для автоматизации проектирования систем мониторинга холодильных камер	311
<i>Н.А. Мякишин</i> Ограничения в общении ботов в Telegram: проблемы, угрозы и потенциальные решения	313

Научное издание

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2025

**Материалы
международной научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2025»**

21–23 мая 2025 г., г. Томск

В четырех частях

Часть 2

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

Сдано на верстку 20.04.2025. Подписано к печати 20.05.2025.
Формат 60×84^{1/16}. Печать трафаретная. Печ. л. 20,25
Тираж 100 экз. Заказ 3.

Издано ТУСУР (заказчик)
г. Томск, пр. Ленина, 40, к. 205, т. 70-15-24
Тираж отпечатан в типографии ТУСУРа
(для нужд всех структурных подразделений университета и авторов)

Ред.-изд. подготовка оригинал-макета в эл. виде
В-Спектр (ИП Бочкарева В.М., исполнитель)
ИНН 701701817754
634055, г. Томск, пр. Академический, 13-24,
тел. 8-905-089-92-40, эл. почта: bvm-1@list.ru