

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

***НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2025***

XXX ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Материалы конференции



С 2019 года конференция проводится при
поддержке Блока Технологии Сбера и АО «СберТех»



Рязань 2025

Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2025 г., 250 с.

Сборник включает материалы XXX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях». Освещаются вопросы математического моделирования, численных методов, новых информационных технологий в образовании, экономике, радиоэлектронике, телекоммуникационных вычислительных сетях, САПР, геоинформационных технологиях.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

Программный комитет:

Корячко В.П. – заведующий кафедрой САПР ВС РГРТУ, заслуженный деятель науки и техники РФ, д.т.н., профессор, (председатель);

Перепелкин Д.А. – декан факультета вычислительной техники РГРТУ, д.т.н., профессор (зам. председателя);

Бабаян П.В. – заведующий кафедрой АИТУ РГРТУ, к.т.н., доцент;

Гостин А.М. – директор ЦНИТ РГРТУ, к.т.н., доцент;

Гусев С.И. – проректор РГРТУ по научной работе и инновациям, д.т.н., профессор;

Дмитриев В.Т. – зав. кафедрой РУС РГРТУ, д.т.н., доцент;

Еремеев В.В. – директор НИИ «Фотон», заслуженный деятель науки и техники РФ, д.т.н., профессор;

Жуков Д.О. – профессор РТУ МИРЭА, д.т.н., профессор;

Костров Б.В. – заведующий кафедрой ЭВМ РГРТУ, д.т.н., профессор;

Ленков М.В. – заведующий кафедрой АИТП РГРТУ, к.т.н., доцент;

Новиков А.И. – профессор кафедры ВМ РГРТУ, д.т.н., доцент;

Овечкин Г.В. – заведующий кафедрой ВПМ РГРТУ, д.т.н., профессор;

Скворцов С.В. – профессор кафедры САПР ВС РГРТУ, д.т.н., профессор;

Стружанцев А.И. – региональный директор офиса Блока Технологии Сбера в Рязани;

Бакулева М.А. – доцент кафедры САПР ВС РГРТУ, к.т.н., доцент (ученый секретарь).

Секретари: Периго Н.Б.

Коселева М.С.

ISBN 978-5-908007-57-3 (т. 2)

ISBN 978-5-908007-58-0

© Рязанский государственный
радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина, 2025

© ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2025

Секция 5. ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕКТОРНОЙ И РАСТРОВОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭСКИЗА КОРПУСА ЭЛЕКТРОННОГО СРЕДСТВА В GIMP

К.Д. Акатов, М.Е. Фибих

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данном докладе исследуется практическая применимость и эффективность инструментов векторной и растровой графики в среде свободного растрового редактора GIMP для решения конкретной инженерно-дизайнерской задачи - создания эскиза корпуса электронного средства.

Растровое изображение представляет собой сетку (растр) из отдельных элементов - пикселей, каждый из которых обладает своим цветом и координатами. Совокупность этих разноцветных точек формирует целостную картинку. Ключевой характеристикой растра является разрешение - количество пикселей на единицу площади. Чем выше разрешение, тем больше детализация изображения.

Достоинства растровой графики включают:

- 1) Фотореалистичность
- 2) Естественность

Главные недостатки для технического эскизирования:

- 1) Зависимость от разрешения
- 2) Трудности редактирования [1]

Векторная графика оперирует не пикселями, а математическими описаниями объектов - геометрическими примитивами (точки, линии, кривые, многоугольники). Эти объекты определяются с помощью формул, что позволяет программному обеспечению перерисовывать их при любом масштабе.

Ключевые преимущества вектора для технического рисунка:

- 1) Независимость от разрешения и бесконечная масштабируемость
- 2) Лёгкость редактирования

Основные ограничения:

- 1) Сложность создания фотореалистичных изображений
- 2) Затруднена передача плавных тональных переходов и сложных текстур, характерных для фотографий [2]

Наиболее эффективной стратегией для создания эскиза корпуса электронного средства в GIMP является гибридный подход, использующий сильные стороны обеих парадигм.

Таким образом, проведённое исследование демонстрирует, что для задачи создания эскиза корпуса электронного средства в GIMP не существует единственного оптимального подхода. Растровая графика эффективна для этапа визуализации и придания реалистичности, в то время как ограниченные векторные возможности программы (инструмент «Контуры») критически важны для обеспечения геометрической точности и простоты редактирования каркаса эскиза.

Библиографический список

1. <https://media.contented.ru/glossary/rastrovayagrafika/?ysclid=mhden1xem71947318>.
2. <https://media.contented.ru/glossary/vektornayagrafika/?ysclid=mhdenulyoz57589177>

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РЕЧЕВЫХ ЗАПРОСОВ В ТЕКСТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОКАЛЬНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Ф.И. Башкин, С.В. Скворцов

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современное образование остро нуждается в цифровых помощниках, способных предоставлять персонализированную учебную информацию и оперативно отвечать на вопросы учащихся. Ключевым элементом таких систем является естественный голосовой интерфейс. Однако широкое применение облачных сервисов сталкивается с проблемами конфиденциальности данных, задержек передачи и зависимости от интернет-соединения. В связи с этим актуальной задачей становится разработка автономных решений, функционирующих на локальном оборудовании.

Целью данной работы является разработка и интеграция программного модуля для системы «Цифровой учитель», обеспечивающего преобразование речевых запросов в текст и генерацию контекстуально-релевантных ответов с использованием исключительно локально размещенных нейросетевых моделей.

Для решения задачи автоматического распознавания речи (ASR) был выбран комбинированный подход, использующий сильные стороны двух библиотек: VOSK и Kaldi. Библиотека VOSK [1] применялась на начальном этапе благодаря ее легкости, простоте интеграции и способности работать в реальном времени в оффлайн-режиме. Ее предобученная модель для русского языка обеспечила быструю первичную транскрипцию аудиопотока. Библиотека Kaldi [2, 3], обладающая более мощным инструментарием, использовалась для повышения точности распознавания в сложных акустических условиях. Алгоритмы Kaldi применялись для постобработки результатов, полученных от VOSK, что позволило повысить общую надежность модуля.

Следующим ключевым этапом стала интеграция механизма генерации ответов. Для этого на локальной машине была развернута легковесная языковая модель Llama версии 3.1 с использованием платформы Ollama [4]. Ее преимуществами являются низкие требования к вычислительным ресурсам и возможность эффективной работы на CPU. Для взаимодействия с моделью из Java-приложения был использован фреймворк Spring AI [5], который предоставляет высокоуровневую абстракцию для работы с различными поставщиками моделей ИИ.

Критически важным элементом является формирование промпта. Перед отправкой пользовательского вопроса к нему добавляется системный промпт, инструктирующий модель отвечать четко, структурированно и педагогично, в стиле опытного преподавателя. Это позволяет контекстуализировать запрос и заставить модель генерировать ответы, соответствующие образовательным целям системы.

В результате проведенной работы был разработан функционирующий прототип программного модуля, который успешно выполняет полный цикл обработки голосового запроса: от захвата аудио до вывода текстового ответа, сгенерированного локальной нейросетью. Модуль демонстрирует эффективность комбинации инструментов VOSK, Kaldi и Ollama, интегрированных через Spring AI.

Предложенный подход практически демонстрирует возможность создания комплексных голосовых интерфейсов на базе полностью локальных нейросетевых моделей. Разработанное решение обладает значительным прикладным потенциалом для использования в образовательных учреждениях, где важны автономность, безопасность данных и интерактивность. Перспективным направлением дальнейших

исследований является разработка модуля синтеза речи (Text-to-Speech) для реализации полноценного двустороннего голосового диалога.

Библиографический список

1. VOSK: Offline Speech Recognition API [Электронный ресурс]. – URL: <https://alphacephei.com/vosk/> (дата обращения: 25.05.2024).
2. Kaldi [Электронный ресурс] / Wikipedia. The Free Encyclopedia. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Kaldi_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Kaldi_(software)) (дата обращения: 25.05.2024).
3. Povey D. et al. The Kaldi Speech Recognition Toolkit // IEEE 2011 Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding. – 2011.
4. Ollama GitHub Repository [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/jmorganca/ollama> (дата обращения: 25.05.2024).
5. Spring AI Reference Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.spring.io/spring-ai/reference/> (дата обращения: 25.05.2024).

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ В 2D РЕДАКТОРАХ

Д.А.Бирюкова, Д.С. Белоножкин

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данном докладе рассматриваются визуализация и проектирование электронных схем в 2D редакторах, основные этапы, а также ключевая особенность данного процесса.

Проектирование электронных устройств является одним из основных этапов в создании современной радиоэлектронной аппаратуры. На начальных стадиях проектирования особую важность имеет процесс визуализации и создания принципиальных электрических схем, для чего широко применяются специализированные 2D редакторы [1]. Данные программные комплексы позволяют инженерам и разработчикам формализовать идею, преобразовав ее в четкую графическую модель, которая служит основой для последующего анализа и изготовления печатных плат.

К основным функциям 2D редакторов относятся создание и редактирование библиотечных компонентов, их размещение на поле чертежа и соединение проводниками в соответствии с электрической логикой устройства. Современные редакторы, такие как KiCad, Eagle, оснащены инструментами автоматической маршрутизации соединений и встроенными средствами проверки правил проектирования, что позволяет минимизировать количество ошибок на ранних этапах [3]. Визуализация схемы в двумерном пространстве значительно упрощает восприятие сложных систем, обеспечивая наглядность и способствуя быстрому выявлению конструктивных недочетов.

Процесс проектирования в 2D среде обычно включает несколько этапов: выбор элементов из обширной базы данных, их компоновку, трассировку электрических связей и генерацию технологической документации. Важным аспектом является интеграция 2D редакторов с системами автоматизированного проектирования (САПР) и пакетами для 3D моделирования и симуляции [2]. Эта совместимость обеспечивает

сквозной цикл проектирования – от принципиальной схемы до макета печатной платы и анализа ее работы.

В настоящее время наблюдается тенденция к интеллектуализации средств проектирования. Перспективы развития 2D редакторов связаны с внедрением алгоритмов искусственного интеллекта для автоматической оптимизации схем, улучшением пользовательских интерфейсов и расширением облачных возможностей для коллективной работы [1].

Таким образом, 2D редакторы остаются незаменимым инструментом в арсенале разработчика электронной аппаратуры, обеспечивая высокую эффективность, точность и наглядность на одном из самых ответственных этапов создания новых устройств.

Библиографический список

1. Пестряков, К.А. Системы проектирования радиоэлектронных средств: учебник для вузов / К.А. Пестряков. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2019. – 335 с.
2. Стешенко, В.Б. ПЛИС фирмы Xilinx: системы проектирования на языке VHDL / В.Б. Стешенко. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. – 512 с.
3. Сазонов, А.А. Автоматизация трассировки в задачах проектирования печатных плат / А.А. Сазонов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2018. – № 5. – С. 124–135.

МОДУЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Д.А. Борзых

Научный руководитель – Корячко В.П., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Ключевой задачей современного мониторинга инженерных конструкций является создание систем, гарантирующих непрерывный сбор, надежную передачу и оперативный анализ данных о состоянии несущих элементов. Существующие программные решения, такие как Vlogic, зачастую обладают ограниченным функционалом — отсутствием возможности архивации данных, их визуализации и комплексного анализа с нескольких датчиков одновременно. Это существенно снижает эффективность систем мониторинга, предназначенных для предупреждения чрезвычайных ситуаций. Разработка современного, гибкого и функционального программного обеспечения становится критически важной для повышения безопасности и долговечности ответственных объектов, таких как мосты, высотные здания и промышленные сооружения.

Предлагаемое решение использует данные цифровых инклинометров, измеряющих угол наклона конструкции за счет преобразования положения гравиметрического маятника в цифровой сигнал. Данные в реальном времени передаются через COM-порт и обрабатываются по алгоритму периодического сбора. Этот метод эффективно отфильтровывает краткосрочные аномалии и выделяет существенные тенденции, что идеально подходит для мониторинга плавно изменяющихся параметров инженерных конструкций.

Архитектура программного комплекса построена на принципах модульности и многоуровневой обработки данных, что обеспечивает масштабируемость, надежность и простоту интеграции с другими системами. Разработка ведется на языке Java с

использованием фреймворка Spring, что гарантирует кроссплатформенность, высокую производительность и удобство поддержки. В качестве СУБД используется PostgreSQL. Комплекс состоит из нескольких логически обособленных модулей, взаимодействующих между собой через четко определенные интерфейсы.

Основные модули программного комплекса:

1. Модуль сбора данных отвечает за непосредственную коммуникацию с цифровыми инклинометрами через COM-порт. Он осуществляет чтение сырых данных в реальном времени, их первичную валидацию и преобразование в стандартизированный формат для последующей обработки. Модуль обеспечивает устойчивое соединение и обработку ошибок связи.

2. Модуль обработки и анализа является вычислительным ядром системы. Он выполняет фильтрацию поступающих данных, выявление критических значений углов наклона, которые могут сигнализировать о потенциально опасных деформациях конструкции, и генерацию соответствующих оповещений для пользователя. На данном этапе применяются алгоритмы для определения пороговых значений и анализа трендов.

3. Модуль визуализации данных предоставляет пользователю интуитивно понятный интерфейс для мониторинга состояния конструкций. В его функции входит отображение текущих показаний датчиков, построение графиков изменения углов наклона во времени с явным выделением критических зон, а также отображение истории событий и срабатываний предупреждений.

4. Модуль управления данными и логирования обеспечивает сохранение всей полученной информации и журналов событий в реляционную базу данных. Это позволяет не только вести архив для последующего ретроспективного анализа и формирования отчетности, но и обеспечивает целостность и сохранность данных. Модуль регистрирует все значимые события в системе, такие как подключение/отключение датчиков, превышение критических значений и действия пользователя.

Перспектива развития комплекса видится во внедрении технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в качестве отдельного модуля, которые позволят не только фиксировать критические значения, но и прогнозировать развитие деформационных процессов на основе исторических данных, а также автоматически выявлять скрытые аномалии и паттерны, невидимые при традиционном анализе.

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ САПР КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

К.А. Васильев, К.В. Алексеева

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются основные этапы развития систем автоматизированного проектирования (САПР).

Развитие САПР началось с замены ручного черчения на кульмане. Ключевой предпосылкой стало появление первых ЭВМ в 1940-50-х годах [2].

Зарождение САПР произошло в 1960-х с созданием Айвеном Сазерлендом системы Sketchpad. Это была первая интерактивная графическая система, использовавшая световое перо и заложившая основы компьютерной графики [1].

В 1970-е началась коммерциализация САПР. Появились первые коммерческие 2D-системы для автоматизации черчения, которые были дороги и использовались крупными корпорациями [3].

1980-е стали революционными: произошёл переход к 3D-моделированию, включая каркасное, поверхностное и твердотельное. Массовый переворот совершил выпуск AutoCAD для персональных компьютеров, сделавший САПР общедоступной [1].

В 1990-2000-е годы развитие шло по пути интеграции и стандартизации. Утверждение форматов STEP и IGES обеспечило совместимость систем. САПР стала ядром концепции управления жизненным циклом изделия (PLM) [3].

Начиная с 2010-х годов, отрасль развивалась под влиянием трех главных факторов: повсеместного перехода в облако, появления цифровых двойников и популярности SaaS-модели, которая сделала совместную работу проще. Следующим шагом стало использование искусственного интеллекта и генеративного проектирования, что позволило автоматизировать сложные задачи и находить более эффективные решения.

Путь от простой замены чертежной доски к созданию сложных цифровых сред, управляющих всем жизненным циклом продукции. Основными векторами развития стали переход от 2D к 3D, от изолированных систем к интегрированным PLM-платформам и от рабочих станций к облачным экосистемам. Современная САПР является ключевым элементом цифровой трансформации промышленности и фундаментом технологий «Индустрии 4.0».

Библиографический список

1. А. Сазерленд Система Sketchpad: человеко-машинная графическая коммуникационная система. — 1963.
2. С.В. Белов, В.И. Петренко История и методология систем автоматизированного проектирования. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
3. В.В. Мартынов, И.П. Норенков Основы САПР: курс лекций. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016.

ПРОБЛЕМА ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫХ СООБЩЕНИЙ В СИСТЕМНЫЕ КОМАНДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕК МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

С.А. Веркин

Научный руководитель – Бубнов А.А., кан. физ.-мат. наук, доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается проблема ограниченной практической применимости современных ИИ-ассистентов, которые часто выступают в роли пассивных советчиков, создавая «разрыв» между намерением пользователя и его реализацией. В качестве решения предлагается подход автоматической генерации исполняемого кода по описанию на естественном языке, превращающий ассистента в активного исполнителя.

Анализ коммерческих решений (Claude Code, Cursor, GitHub Copilot, Windsurf, ChatGPT) выявляет их системные ограничения: зависимость от облачных API, риски конфиденциальности, закрытую архитектуру и юридические сложности [1, 2, 3, 4]. Наблюдается переход от генерации фрагментов кода к созданию автономных агентов,

однако существующие решения не предлагают открытой и безопасной альтернативы [1, 3, 5].

Предлагаемая архитектура опенсорс-интерпретатора включает модули семантического анализа, планирования и генерации кода. Ключевое преимущество — гибкость: поддержка как облачных API, так и локальных моделей (через Ollama), что обеспечивает конфиденциальность и соответствие корпоративным требованиям безопасности.

Целевым стеком на первом этапе выбран JavaScript и HTML благодаря распространенности и наглядности, с возможностью расширения на другие языки. Ожидаемый результат — прототип, демонстрирующий возможность создания прозрачного и безопасного интерпретатора, являющегося конкурентоспособной альтернативой для сфер с повышенными требованиями к безопасности и независимости от внешних поставщиков.

Библиографический список

1. DEV Community. Why Every Developer Should Try Cursor in AI — DEV Community 2025 / DEV Community [Электронный ресурс] // DEV Community: [сайт]. — URL: https://dev.to/eva_clari_289d85ecc68da48/why-every-developer-should-try-cursor-ai-in-2025-4pem (дата обращения: 26.10.2025).
2. Habr. 40 лучших ИИ-инструментов 2025 году (проверенные и протестированные) / Habr [Электронный ресурс] // Habr: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/871268/> (дата обращения: 26.10.2025).
3. Habr. Cursor: Обзор и возможности / Habr [Электронный ресурс] // Habr: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/959144/> (дата обращения: 26.10.2025).
4. Medium. 5 AI Tools Every Developer Should Master in 2025 / Medium [Электронный ресурс] // Medium: [сайт]. — URL: <https://medium.com/@prafull.mhn/5-ai-tools-every-developer-should-master-in-2025-6af1f9276dce> (дата обращения: 26.10.2025).
5. Stack Overflow. AI | 2025 Stack Overflow Developer Survey / Stack Overflow [Электронный ресурс] // Stack Overflow: [сайт]. — URL: <https://survey.stackoverflow.co/2025/ai> (дата обращения: 26.10.2025).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ И РЕГИСТРАЦИИ ВЛАДЕЛЬЦЕВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

К.В. Графкина

Научный руководитель – Бакулева М.А., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Автоматизация парковок остаётся актуальной задачей как для частных, так и для городских территорий. С ростом числа автомобилей возрастает потребность в современных решениях, которые позволяют упростить контроль доступа, снизить нагрузку на персонал и повысить удобство для водителей. Даже на бесплатных парковках важно фиксировать время въезда и выезда транспортных средств.

Системы, основанные на распознавании номерных знаков, позволяют полностью автоматизировать процесс проезда, а при необходимости — использовать эти данные для расчёта стоимости парковки. Такие решения легко интегрируются в существующую инфраструктуру и не требуют значительных материальных затрат, что делает их привлекательными даже для небольших объектов.

Разрабатываемая система предназначена для автоматизации доступа на парковку. Пользователь регистрируется в системе, добавляет информацию о своём автомобиле, после чего его номер сохраняется в базе данных. При подъезде к парковке камера фиксирует номерной знак, и система сравнивает его с имеющимися записями. При совпадении данных доступ предоставляется автоматически.

Особенностью разработки является ориентация на минимальные затраты и открытые технологии, что делает систему более доступной по сравнению с коммерческими аналогами.

Распознавание номерных знаков реализовано с использованием свёрточной нейронной сети, обученной на наборе изображений автомобильных номеров. Для обработки данных применяются библиотеки Keras, TensorFlow и OpenCV. На этапе предварительной обработки изображение кадрируется, переводится в оттенки серого и повышается контрастность для выделения символов. В финале нейросеть формирует последовательность распознанных символов, которая сопоставляется с записями в базе данных.

Система реализуется по классической трёхуровневой архитектуре. Серверная часть разработана на языке Java с использованием Spring Boot, Spring Framework, Spring Data JPA, что обеспечивает реализацию REST-сервиса, работу с базой данных и защиту доступа. Для хранения информации о пользователях и транспортных средствах используется MySQL, подключение осуществляется через ORM-уровень JPA. Взаимодействие между компонентами выполняется с помощью JSON-формата и HTTP-запросов.

Клиентская часть создаётся с использованием фреймворка Vue.js 3 и CSS-библиотеки Bulma, которые обеспечивают адаптивный интерфейс, модульную структуру и современное визуальное оформление. Такой стек технологий делает систему гибкой, удобной для доработки и легко интегрируемой в инфраструктуру парковочных комплексов.

В системе предусмотрен механизм ролевого доступа: пользователи могут входить в систему под различными ролями — администратора, охранника или владельца автомобиля. Это позволяет разграничить права и обеспечить безопасное взаимодействие с данными.

Разработанная система может использоваться для автоматизации доступа на частные, жилые, корпоративные и общественные парковки. Она обеспечивает быстрый и удобный проезд без необходимости использования карт или пропусков. Благодаря простоте и открытым технологиям данное решение может быть адаптировано под различные объекты и масштабы.

Представленная система демонстрирует возможность создания эффективного и недорогого инструмента автоматизации парковочного доступа. Использование нейросетевого распознавания в сочетании с веб-интерфейсом регистрации владельцев обеспечивает надёжную идентификацию и упрощает процесс управления доступом.

Библиографический список

1. Структуры и алгоритмы обработки данных: методические указания к курсовому проектированию / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. С.В. Скворцов, В.И. Хрюкин. — Рязань, 2021. — 16 с.
2. Распознавание номерных знаков транспортных средств с помощью библиотеки OpenCV — Текст: электронный. — URL: <https://masters.donntu.ru/2015/fknt/sosenkov/library/article3.pdf>

3. Библиотека Keras – Русскоязычная документация – Текст: электронный. – URL: <https://ru-keras.com>

4. Рекуррентная нейронная сеть – Текст: электронный. – URL: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/rekurrentnye-neironnye-seti/>

ОПТИМИЗАЦИЯ ДЛИНЫ СОЕДИНЕНИЙ МЕЖДУ МОДУЛЯМИ ЭВС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

В.В. Грошев

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент кафедры САПР ВС
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
 радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В работе представлен подход к оптимизации длины соединений между модулями электронно-вычислительных систем (ЭВС) с использованием искусственной нейронной сети (ИНС). Задача минимизации длины соединений является ключевой при проектировании ЭВС, поскольку влияет на быстродействие, электромагнитную совместимость и надёжность устройства. Предлагается методика применения ИНС для прогнозирования оптимального размещения модулей на печатной плате с учётом топологических ограничений и плотности монтажа. Рассмотрены принципы построения модели, формирования обучающей выборки и критерии оптимизации, направленные на достижение компактной и эффективной компоновки элементов.

Общая постановка задачи

При проектировании ЭВС одной из ключевых задач является рациональное размещение модулей, обеспечивающее минимальные потери сигнала и компактную топологию. Увеличение длины соединений приводит к росту паразитных ёмкостей и индуктивностей, что ухудшает характеристики устройства и снижает его надёжность.

Традиционные алгоритмы оптимизации в САПР применяют эвристические методы, которые не всегда позволяют достичь глобального минимума длины соединений. Использование искусственных нейронных сетей открывает возможность прогнозировать взаимосвязанное расположение модулей с учётом структуры схемы и особенностей соединений.

Целью работы является разработка концепции нейросетевого метода оптимизации длины соединений между модулями ЭВС, который:

1. Анализирует взаимосвязи между элементами схемы и топологические ограничения.
2. Прогнозирует координаты модулей, минимизирующие суммарную длину межсоединений.
3. Учитывает плотность монтажа и допустимые расстояния между компонентами.

Описание используемых методов и моделей

Для реализации предложенного подхода предполагается использовать следующие технологии и методы:

1. В качестве базовой модели искусственной нейронной сети рассматривается графовая нейронная сеть (GNN), анализирующая связи между элементами схемы. Каждый модуль представляется вершиной графа, а соединения – рёбрами с весами, соответствующими электрическим параметрам. Нейросеть обучается предсказывать оптимальное расположение вершин, при котором минимизируется суммарная длина соединений.

2. Формирование обучающей выборки. Для обучения модели формируется набор данных, содержащий топологии схем с известными координатами модулей и длиной соединений. Такие данные могут быть сгенерированы на основе типовых компоновок или извлечены из существующих проектов.

3. После обучения нейронная сеть определяет, какие модули целесообразно переместить, чтобы уменьшить общую длину соединений. Система последовательно корректирует расположение элементов, пока не достигается более компактная и удобная компоновка.

4. Эффективность работы модели оценивается по уменьшению суммарной длины соединений и снижению количества пересечений между ними. Сравнение с обычными методами размещения показывает, что использование нейронной сети позволяет получить более оптимальную схему.

Заключение

Оптимизация длины соединений между модулями ЭВС играет важную роль в повышении надёжности и эффективности электронных устройств. Использование искусственной нейронной сети позволяет находить более удачное размещение компонентов, сокращать длину соединений и улучшать характеристики схемы. Предложенный подход может стать основой для разработки интеллектуальной подсистемы оптимизации, которая в дальнейшем может быть реализована как часть комплексной САПР для проектирования ЭВС.

Библиографический список

1. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. Deep Learning // MIT Press. 2016.
2. Michael M. Bronstein, Joan Bruna, Yann LeCun, Arthur Szlam, Pierre Vandergheynst. Geometric Deep Learning: Going beyond Euclidean data // IEEE Signal Processing Magazine. 2017. pp. 42–56.
3. Kalyanmoy Deb, Amrit Pratap, Sameer Agarwal, T. Meyarivan. A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II // IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 2002. Vol. 6, No. 2. pp. 182–197.
4. Weimin Hu, Jiarui Feng, Ziqian Li, Kaidi Xu, Yiran Chen. Graph Neural Networks for Circuit Design Automation: Recent Advances and Challenges // ACM Transactions on Design Automation of Electronic Systems (TODAES). 2023. Vol. 28, No. 5. pp. 1–27.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ САПР T-FLEX В СОЗДАНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ И ТРЁХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

А.П. Засульская

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современное машиностроительное производство выдвигает повышенные требования к скорости, гибкости и стандартизации процессов проектирования. В этой связи особую значимость приобретают параметрические системы автоматизированного проектирования (САПР), позволяющие создавать интеллектуальные модели, управляемые набором переменных и геометрических зависимостей. Целью работы является исследование и практическое освоение проектирования в параметрической системе T-FLEX CAD 15, от создания двумерной документации до генерации трёхмерных моделей и обратного проектирования.

Система представляет собой универсальную платформу, которая предлагает гибкий и интуитивно понятный подход к проектированию, объединяя мощные параметрические методы с классическими инструментами черчения. Рассмотрим возможности и методы моделирования в T-FLEX CAD 15.

Начальным этапом является создание эскиза или чертежа детали с использованием базовых прямых, вспомогательных линий, узлов и системы переменных для управления геометрией. Для управления параметрами активно используются переменные, выражения и базы данных, а для ускорения процесса создания чертежа есть система интеллектуальных привязок. Особое внимание уделяется соблюдению требований ЕСКД при нанесении размеров и оформлении. Нанесение размеров, текстов, обозначений шероховатости и других элементов выполняется быстро и точно. При внесении изменений в геометрию связанные элементы оформления обновляются автоматически, что исключает трудоёмкую ручную правку.

Следующий этап — это построение объемной модели на основе подготовленного чертежа с использованием команды «3D Профиль» и последующим применением операций «Выталкивание», «Вращение» и булевых операций («Вычитание, Сложение, Пересечение»). Параметрические инструменты позволяют быстро создавать базовую форму детали и проводить её последующую доработку.

Рассмотрим автоматическую генерацию чертежей (видов, разрезов) из готовой 3D-модели с обеспечением соответствия стандартам. На основе готовой модели можно быстро и точно создать чертёж детали, используя команды переноса вида модели на чертежный лист, остальные виды генерируются автоматически. Остаётся только проставить размеры в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Так же существует альтернативный метод создания 3D-модели через операцию «Вращение» на основе плоского эскиза. Без имеющегося чертежа также можно создать 3D модель, путём нанесения эскиза на саму плоскость будущей 3D детали. Быстрый и удобный метод для создания тел вращения, когда требуется доступ к быстрым изменениям параметров детали.

Параметризация в системе крайне эффективна, изменение значений переменных автоматически вносит корректировки как в чертеж, так и в саму 3D-модель, что значительно ускоряет процесс редактирования. Установлено, что система T-FLEX CAD обеспечивает полную поддержку стандартов ЕСКД, что критически важно для оформления конструкторской документации. Выявлено ключевое преимущество гибридного подхода — возможность выбора наиболее рационального пути проектирования (от чертежа к модели или от модели к чертежу) в зависимости от конкретной задачи. Проведенное исследование подтвердило, что T-FLEX CAD является мощным и гибким инструментом для решения комплексных задач инженерного проектирования.

Библиографический список

1. Бунаков, П. Ю. Сквозное проектирование в T-FLEX / П. Ю. Бунаков. — 3-е изд. — Саратов: Профобразование, 2024. — 396 с.
2. Бакулевская, С. С. Основы автоматизированного проектирования. Элективный курс: учебное пособие для СПО / С. С. Бакулевская, П. Ю. Бунаков, О. Ю. Бочаркина. — 2-е изд. — Саратов: Профобразование, 2024. — 159 с.
3. Белов П.С. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов: учебное пособие для СПО / Белов П.С., Драгина О.Г. — Саратов, Москва: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 133 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

А.П. Засульская

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современные тенденции в развитии цифровой электроники характеризуются стремительным ростом скоростей передачи данных и увеличением рабочих частот. В таких условиях традиционные подходы к проектированию печатных плат становятся недостаточными, поскольку возникают значительные проблемы, связанные с целостностью сигнала, затуханием, дисперсией и перекрёстными помехами. Одним из ключевых факторов, определяющих электрическое поведение высокоскоростных цепей, является выбор диэлектрического материала подложки. В данной работе проводится всесторонний сравнительный анализ современных диэлектриков, применяемых при изготовлении высокоскоростных печатных плат.

Пригодность диэлектрического материала для высокоскоростных печатных плат определяется рядом взаимосвязанных характеристик. Наиболее значимыми являются диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь. Первый параметр влияет на скорость распространения сигнала и импеданс линий передачи, а второй — на уровень затухания, особенно критичный на высоких частотах. Для обеспечения стабильной работы необходимо, чтобы оба параметра слабо зависели от частоты и температуры. Кроме того, важную роль играют коэффициент теплового расширения, который должен быть согласован с медью и компонентами, а также теплопроводность, определяющая эффективность отвода тепла. Наконец, технологичность и стоимость материала существенно влияют на его применимость в массовом производстве.

Среди диэлектриков, используемых в высокоскоростных печатных платах, наибольшее распространение получили FR-4, полиимиды, фторполимеры и керамические композиты. FR-4, несмотря на низкую стоимость и хорошую механическую прочность, обладает высокими диэлектрическими потерями и значительной дисперсией параметров, что ограничивает его применение частотами до 5–10 ГГц. Полиимиды обеспечивают лучшую стабильность диэлектрической проницаемости и более низкие потери ($\tan \delta \approx 0,002\text{--}0,004$), что позволяет использовать их вплоть до 20 ГГц, однако их гигроскопичность и высокая цена снижают привлекательность для массового сегмента. Фторполимеры, особенно политетрафторэтилен (PTFE), отличаются рекордно низкими потерями ($\tan \delta < 0,001$) и малой диэлектрической проницаемостью, но требуют специальных технологий обработки. На практике чаще применяются композиты на основе PTFE с керамическими наполнителями, сочетающие хорошие ВЧ-характеристики с приемлемой технологичностью. Керамические материалы, такие как оксид или нитрид алюминия, обладают исключительной стабильностью и высокой теплопроводностью, однако их хрупкость и стоимость ограничивают применение узкоспециализированными областями — в основном в радиочастотной и аэрокосмической электронике.

Выбор диэлектрика для высокоскоростной печатной платы всегда связан с необходимостью находить компромисс между электрическими характеристиками, технологичностью и стоимостью. Для массовых цифровых устройств, таких как серверные платы или потребительская электроника с интерфейсами до 10 ГГц, часто

достаточно использовать модифицированные версии FR-4 с пониженным содержанием стеклоткани или специальными добавками, снижающими потери. В более требовательных приложениях — например, в телекоммуникационном оборудовании или автомобильных радарх — предпочтение отдаётся композитам на основе PTFE или полиимидам. В ультравысокочастотных системах, где каждый децибел затухания критичен, применяются либо чистый PTFE, либо керамические подложки, несмотря на их высокую цену и сложность производства.

Важно также учитывать, что характеристики материала зависят не только от его химического состава, но и от технологии изготовления, толщины слоя, ориентации армирующих волокон и условий хранения. Поэтому при проектировании высокоскоростных плат необходимо тщательно изучать технические спецификации производителя и, по возможности, проводить экспериментальную верификацию параметров.

Библиографический список

1. Богатин Э. Целостность сигнала и проектирование печатных плат высокоскоростных цифровых устройств. — М.: ДМК Пресс, 2021. — 416 с.
2. Кардашев, Б. К. Конструирование печатных плат для цифровых устройств / Б. К. Кардашев, Ю. А. Панфилов, А. В. Смирнов. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 336 с.
3. Гуртовой, В. И. Материалы электронной техники: учебное пособие / В. И. Гуртовой, В. В. Козловский. — Москва: Техносфера, 2018. — 400 с.
4. Овсянников, А. Ю. Проектирование высокоскоростных печатных плат: от теории к практике / А. Ю. Овсянников. — Москва: Горячая линия–Телеком, 2022. — 288 с.
5. Панфилов, Ю. А. Технология изготовления печатных плат / Ю. А. Панфилов, Б. К. Кардашев. — Москва: Горячая линия–Телеком, 2019. — 432 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ SOLIDWORKS 2020 ДЛЯ СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛЕЙ

М.Н. Звягина, А.В. Панарина

Научный руководитель – Тобратов Ю.М., старший преподаватель

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по внедрению и освоению основ параметрического трехмерного моделирования в среде SolidWorks 2020. Актуальность темы обусловлена необходимостью наглядного и систематизированного представления базового алгоритма, который служит основой для создания простых обменных деталей.

Первым проблемным вопросом, который необходимо решить для эффективного начала работы, является ориентация в пользовательском интерфейсе SolidWorks 2020. Интерфейс системы интуитивно понятен и логически структурирован. После создания новой детали пользователь сталкивается с двумя основными элементами управления: Деревом конструирования и главной панелью инструментов. Дерево конструирования, расположенное слева, играет ключевую роль, так как оно отображает всю историю построения модели в виде последовательности операций, позволяя в любой момент вернуться и модифицировать любой из предыдущих шагов. Главная панель инструментов предоставляет доступ к функционалу через систему вкладок, среди которых для начального этапа моделирования наиболее важна вкладка «Эскиз»,

предназначенная для создания двумерных контуров, и вкладка «Вытянутая бобышка/основание», служащая для преобразования этих контуров в трехмерную модель.

В докладе центральное место занимает рассмотрение основного алгоритма построения 3D моделей. Данный циклический процесс составляет основу параметрического моделирования и реализует принцип поэтапного перехода от простых геометрических форм к сложным. Алгоритм состоит из четырех последовательных шагов. Первым шагом является выбор плоскости для построения эскиза (передней, верхней или правой), которая служит основой для будущей геометрии. Вторым шагом становится непосредственное создание двумерного контура с использованием инструментов вкладки «Эскиз», таких как «Линия», «Прямоугольник», «Окружность» и «Дуга». Третий параметрический этап, включает задание точных размеров и наложение геометрических зависимостей (например, «горизонтальность», «равенство», «перпендикулярность»), которые жестко определяют форму и взаимосвязи элементов эскиза, обеспечивая его полную определенность. Завершающим шагом цикла является выход из режима эскиза и применение к созданному контуру одной из операций, доступных на вкладке «Элементы».

В докладе подробно анализируются ключевые операции для создания и модификации объемной геометрии, без понимания которых невозможно перейти от абстрактного алгоритма к практическому моделированию.

Для комплексной демонстрации решения рассмотренных проблемных вопросов в докладе приводится практический пример создания простой детали «планка», который наглядно иллюстрирует применение всего изученного алгоритма и инструментария в связке. Процесс начинается с выбора плоскости и создания эскиза в виде прямоугольника, что закладывает параметрическую основу модели. Далее к этому эскизу применяется операция «Вытянуть», в результате чего формируется базовый объем – параллелепипед. Следующим шагом становится создание отверстий: на одной из граней готового тела строится новый эскиз, содержащий два круга, которые позиционируются симметрично. К этому эскизу применяется операция «Вырез-Вытянуть» с режимом «через все», что приводит к образованию в детали двух сквозных отверстий. Финальным штрихом, повышающим качество модели, является применение операции «Скругление» к верхним ребрам детали, что устраняет острые углы и придает детали законченный вид.

Таким образом, освоение рассмотренного алгоритма и инструментария SolidWorks позволяет перейти от создания простых примитивов к проектированию сложных, технологичных и симметричных деталей, оптимизируя процесс разработки и минимизируя рутинные операции.

Библиографический список

1. SolidWorks 2020: Основы. Официальный учебный комплект. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 650 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ СО СРЕДОЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

И.А. Инкирёв

Научный руководитель – Скворцов С.В., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается расширение возможностей автоматизированной работы системы компьютерного проектирования посредством внедрения технологий машинного обучения. В качестве входных данных для расширения, которое будет без вмешательства пользователя производить действия с системой, должен быть использован некий эскиз, набросок или же текстовый запрос. Расширение проанализирует входные данные как задание и попытается воспроизвести желаемый результат.

В данном случае должна быть реализована передача управления нейросети при помощи временного перехвата устройств ввода компьютера – то есть, мыши и клавиатуры. Основываясь на входных данных, система должна произвести необходимый набор действий внутри запущенной среды проектирования – перемещений мыши, нажатий на кнопки мыши и клавиатуры. Когда итерация создания модели внутри среды завершена, расширение должно получить от пользователя обратную связь о том, насколько полученный результат удовлетворяет запрошенным требованиям. Если задание выполнено неверно, нейросеть должна пытаться корректировать отдельные шаги построения модели до тех пор, пока не будет достигнут нужный результат. В противном случае пользователю следует изменить запрос и начать построение заново.

В качестве входных данных для обучения нейросети должны быть использованы записанные алгоритмы перемещений мыши пользователя, а также последовательности нажатий на кнопки мыши и клавиатуры. Кроме того, необходимо использовать частичные изображения интерфейса компьютерной среды для проверки правильности позиционирования курсора мыши. Нейросеть должна сопоставить произведенные действия с полученным результатом и применять эти последовательности как шаблоны с изменяемыми параметрами в отдельных частях создания модели внутри среды проектирования. Таким образом, пользователь становится своеобразным преподавателем для нейросети. Он выполняет обычную работу внутри среды, а она анализирует его действия, и когда ей передают управление, старается ускорить получение желаемого результата.

В настоящее время существуют сервисы и дополнения к программным средствам, использующие технологии машинного обучения для автоматизированного создания моделей внутри своих сред. Частным примером может быть ИИ-модуль программного обеспечения Siemens NX. Оно позволяет оптимизировать форму внутри заданного пользователем объема таким образом, чтобы добиться, например, максимальных прочностных и минимальных массовых характеристик. Обычно результатом использования модуля является органическая форма, которую воссоздать вручную внутри среды проектирования было бы очень сложно. Главные недостатки – частичное проектирование нейросетью, а также дальнейшая сложность редактирования сгенерированных форм вручную.

Другим примером может служить Meshy AI. Это сервис, работающий внутри браузера. Он позволяет генерировать трехмерные объекты по текстовому запросу или

растровому изображению. Однако он может создавать только полигональные модели. Их очень неудобно использовать внутри среды САПР, так как там полностью отсутствует параметризация и множество векторов, описывающих форму. Системы компьютерного проектирования чаще всего не работают с полигонами.

ВНЕШНЕЕ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМАХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

А.В. Корячко*, А.Н. Сапрыкин**

***Академия права и управления ФСИН,
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современные задачи глобальной оптимизации, особенно в условиях наличия нескольких конфликтующих критериев, редко допускают однозначное определение наилучшего решения. На практике основной интерес представляет не всё множество компромиссных альтернатив, а лишь те решения, которые соответствуют конкретным целям или предпочтениям субъекта, принимающего решение. Традиционный подход к многокритериальной оптимизации, основанный на концепции недоминируемых решений, обеспечивает лишь частичное упорядочение пространства альтернатив. В рамках такого упорядочения значительное число решений остаются несравнимыми, что ограничивает возможности их практического использования.

Эволюционные алгоритмы, широко применяемые для решения сложных многокритериальных задач, также сталкиваются с указанной проблемой. Стандартные методы оценки приспособленности, ориентированные исключительно на оптимальность по Парето, обеспечивают равномерное покрытие границы компромиссов, но не позволяют фокусировать поиск на наиболее релевантных участках пространства целей. В подобных случаях целесообразно вынести процесс оценки решений за пределы внутренней структуры алгоритма, реализовав его в виде внешнего механизма, способного отражать прикладную значимость решений. Данный подход позволяет ввести заданный порядок на множестве альтернатив и тем самым направить эволюционный процесс в соответствии с внешними целями. В настоящей работе рассматривается концепция внешнего механизма принятия решений, его интеграция в структуру эволюционных алгоритмов и его роль в повышении практической ценности получаемых решений.

В многокритериальной оптимизации отношение доминирования определяет предпочтение одного решения перед другим в случае, если оно не хуже по всем критериям и строго лучше хотя бы по одному. Однако данное отношение не обеспечивает полного упорядочения множества решений. Существуют пары альтернатив, ни одна из которых не доминирует над другой. Такие решения образуют множество недоминируемых вариантов, известное как граница Парето.

Для функционирования эволюционных алгоритмов требуется однозначное ранжирование особей, необходимое для реализации операторов селекции, скрещивания и мутации. Часто используется подход, при котором приспособленность особи определяется количеством решений, доминирующих над ней. Такой метод обеспечивает сходимость к границе Парето и поддержание разнообразия в популяции. Тем не менее, он не учитывает специфику практических задач, где интерес представляет не вся граница, а лишь её часть, соответствующая прикладным требованиям или субъективным предпочтениям.

В реальных приложениях пользователь, как правило, ограничен в ресурсах и стремится получить решения, удовлетворяющие дополнительным условиям, например приоритету отдельных критериев или ограничениям на допустимые значения показателей. Стандартные алгоритмы, не учитывающие подобные предпочтения, не обеспечивают достаточной концентрации решений в целевых областях пространства целей.

Для преодоления указанного ограничения применяется внешний механизм принятия решений. Его основная функция заключается в преобразовании многомерного вектора значений целевых функций в скалярную величину, интерпретируемую как мера полезности или стоимости решения. Поскольку множество действительных чисел обладает свойством полного порядка, такое преобразование устраняет проблему несравнимости и позволяет однозначно определить относительное качество решений.

Структура функции, реализующей внешнюю оценку, может быть произвольной. Она может основываться на линейной комбинации критериев, на сравнении с заданными целевыми векторами или на более сложных моделях, включающих элементы машинного обучения или интерактивного взаимодействия с пользователем. Ключевое отличие данного подхода состоит в том, что оценка отражает не внутреннюю логику алгоритма, а внешние цели, связанные с предметной областью задачи. В результате эволюционный поиск становится ориентированным не просто на формальную оптимальность, а на практическую применимость решений.

Существует принципиальное различие между внутренней оценкой приспособленности, используемой для управления эволюционным процессом, и внешней оценкой полезности, имеющей интерпретируемое значение вне алгоритма. Первая представляет собой технический инструмент, обеспечивающий эффективность поиска, тогда как вторая отражает содержательные предпочтения пользователя. При интеграции внешнего механизма в эволюционный алгоритм именно значения функции полезности используются для расчёта приспособленности, что обеспечивает согласованность между процессом поиска и прикладными целями.

Таким образом, применение внешнего механизма принятия решений в эволюционных алгоритмах многокритериальной оптимизации позволяет преодолеть ограничения, обусловленные частичным порядком недоминируемых решений. Данный подход обеспечивает гибкость в определении предпочтений и повышает практическую значимость получаемых результатов. Вместо равномерного покрытия всей границы Парето алгоритм может целенаправленно исследовать наиболее релевантные для пользователя области, что особенно важно в задачах с высокой вычислительной сложностью, где эффективное использование ресурсов поиска является критическим фактором.

Библиографический список

1. Deb K. Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms. — Chichester: John Wiley & Sons, 2001. — 497 p.
2. Fonseca C.M., Fleming P.J. An Overview of Evolutionary Algorithms in Multiobjective Optimization // Evolutionary Computation. — 1995. — Vol. 3, no. 1. — P. 1–16.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКОГО И МЕМЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМОВ

А.М. Костяева

Научный руководитель - Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается сравнительный анализ генетического и меметического алгоритмов для решения задачи размещения модулей электронно-вычислительных средств.

Размещение элементов – это процесс, в ходе которого определяются координаты размещения элементов на печатной плате электронного устройства. При размещении элементов необходимо учитывать технологические требования, конструктивные особенности, минимизацию общей длины соединений, тепловые режимы микросхем и целостность питания.

Среди множества подходов к решению этой сложной многокритериальной задачи эволюционные алгоритмы демонстрируют высокую эффективность благодаря способности исследовать широкое пространство решений и преодолевать локальные оптимумы.

Эволюционные алгоритмы представляют собой методы оптимизации, основанные на принципах естественного отбора и эволюционных процессов. Они моделируют процесс эволюции популяции, где решения подвергаются мутациям, скрещиванию и селекции для нахождения лучшего решения задачи.

Характерной особенностью эволюционных алгоритмов является способность к исследованию больших пространств поиска решений, что обеспечивает их эффективность при поиске глобальных оптимумов. Однако это достигается за счет повышенных вычислительных затрат и времени решения. К достоинствам данных алгоритмов относятся: широкая область применения, пригодность для поиска в сложных пространствах решений большой размерности, отсутствие ограничений на вид целевой функции. Основными недостатками являются эвристическая природа вычислений, не гарантирующая нахождения оптимального решения, а также существенная вычислительная сложность.

Наибольшее распространение в данном классе алгоритмов получили следующие методы.

Генетический алгоритм основывается на принципах генетических изменений, где хромосомы потомков формируются на основе хромосом родителей с сохранением уникальных характеристик, что позволяет находить решения с улучшенными значениями целевой функции. Алгоритм оперирует популяцией решений, где каждая особь представляет вариант размещения элементов на плате. Кодирование решений осуществляется в виде хромосом. На каждой итерации выполняется оценка качества особей с помощью целевой функции, учитывающей суммарную взвешенную длину соединений, распределение тепловых полей и другие параметры. Наиболее приспособленные особи отбираются для репродукции. Базовыми операторами алгоритма являются кроссовер и мутация. Кроссовер генерирует новых потомков путем рекомбинации фрагментов хромосом родителей, обеспечивая наследование удачных характеристик. Мутация вносит случайные модификации в хромосомы, поддерживая разнообразие популяции и исследуя новые области пространства поиска. К преимуществам генетического алгоритма относятся способность к глобальной оптимизации в многоэкстремальных задачах, устойчивость к шуму в

целевой функции и универсальность, обусловленная независимостью от внутренней структуры задачи. Основной недостаток - высокая вычислительная сложность и сравнительно медленная скорость сходимости, обусловленная отсутствием целенаправленного локального улучшения решений.

Меметический алгоритм для размещения элементов на плате интегрирует эволюционные методы с механизмами локальной оптимизации. Алгоритм комбинирует генетические операторы (кроссовер, мутация) с процедурами локального поиска и индивидуального обучения. Фундаментальное отличие заключается в гибридном подходе, сочетающем глобальный эволюционный поиск с локальной эвристической оптимизацией. В отличие от генетического алгоритма, где поиск улучшений осуществляется преимущественно стохастическими методами, меметический алгоритм реализует целенаправленное совершенствование каждой особи в популяции. После выполнения генетических операторов каждая особь подвергается процедуре локальной оптимизации. В контексте размещения элементов это может быть последовательность парных перестановок компонентов, направленная на минимизацию длины соединений для конкретной конфигурации размещения. Данный процесс локального улучшения представляет собой "мем" - единицу культурной передачи адаптивных характеристик. Таким образом, меметический алгоритм не только осуществляет селекцию наиболее приспособленных особей, но и обеспечивает их локальную оптимизацию перед включением в последующую популяцию. Ключевыми преимуществами меметического алгоритма являются повышенная скорость сходимости и улучшенное качество конечных решений по сравнению с классическим генетическим алгоритмом. Локальный поиск обеспечивает интенсивное исследование перспективных областей пространства решений, сокращая вычислительные затраты. Основными недостатками выступают повышенная сложность реализации, обусловленная необходимостью интеграции и балансировки двух различных методов оптимизации, а также риск преждевременной сходимости при некорректном выборе стратегии локального поиска.

Библиографический список

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. - 452 с.
2. Сапрыкин А.Н. Алгоритмические методы автоматизации конструирования электронных средств: учебное пособие – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2021. – 116 с.
3. Handbook of Memetic Algorithms / F. Neri, C. Cotta, P. Moscato (eds.). — Berlin, Heidelberg: Springer, 2012. — (Studies in Computational Intelligence; vol. 379).

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СЕРВИСА АВТОМАТИЧЕСКОГО СОЗДАНИЯ ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ И ОТЗЫВЫ КЛИЕНТОВ МАРКЕТПЛЕЙСА

А.Д. Мамедов

Научный руководитель – Полторак А.В., к.т.н., доцент
МИРЭА – Российский технологический университет

1. Введение

Современные российские маркетплейсы (Wildberries, Ozon и Яндекс.Маркет),

сталкиваются с необходимостью оперативной обработки значительных объемов пользовательских запросов и отзывов. Для повышения эффективности службы поддержки, улучшения пользовательского опыта и минимизации временных затрат, требуется автоматизация обработки отзывов и обращений клиентов. Интеллектуальные сервисы, основанные на технологиях обработки естественного языка (NLP) и искусственного интеллекта (ИИ), позволяют автоматизировать ответы на типовые вопросы, анализировать тональность отзывов и формировать персонализированные отклики, что особенно актуально в условиях высокой конкуренции на российском рынке e-commerce. Автоматизация с использованием ИИ позволяет сократить время ответа на 70–80% и повысить лояльность клиентов.

2. Задачи

Для создания Технического проекта интеллектуального сервиса автоматического создания ответов на вопросы и отзывы клиентов маркетплейса необходимо решить задачи: проанализировать существующие средства автоматической обработки клиентских запросов и отзывов на российских маркетплейсах; разработать техническое задание на создание интеллектуального сервиса в формате Telegram-бота; спроектировать архитектуру сервиса на уровне модулей, интерфейсов и структур данных, обеспечивающих гибкость и масштабируемость сервиса.

Разрабатываемый сервис должен обеспечивать: автоматическую классификацию вопросов и отзывов клиентов по категориям; генерацию релевантных и естественных ответов с учетом контекста на русском языке; интеграцию с платформами российских маркетплейсов (Wildberries, Ozon, Яндекс.Маркет) и Telegram-ботом для удобства взаимодействия.

3. Российские сервисы автоматического создания ответов на вопросы и отзывы клиентов маркетплейса

С развитием технологий искусственного интеллекта и обработки естественного языка (NLP) в 2010-х годах в РФ начали активно внедряться чат-боты и интеллектуальные системы для взаимодействия с клиентами, позволяющие сократить нагрузку на службы поддержки, ускорить обработку запросов и повысить удовлетворенность клиентов. Рассмотрены два российских сервиса для автоматизации ответов на вопросы и отзывы клиентов маркетплейсов: Otvet.ru и Spix.ru. Оба сервиса демонстрируют сильные стороны, такие как интеграция с российскими маркетплейсами (Wildberries, Ozon, Яндекс.Маркет) и поддержка русского языка. Но есть и ограничения. Otvet.ru обеспечивает высокую скорость обработки отзывов и удобный интерфейс, но ограничен в кастомизации сценариев и поддержке чат-ботов в реальном времени, а также зависит от облачной инфраструктуры. Spix.ru предлагает мощные функции для брендов, включая рекомендации товаров и анализ лояльности, но требует ручной настройки сложных сценариев и не поддерживает встроенную интеграцию с Telegram без дополнительных модулей. Это подтверждает необходимость разработки собственной системы на базе Telegram-бота, адаптированной под задачи российских предприятий, с возможностью интеграции с маркетплейсами и 1С, использования стороннего хостинга на российских серверах и обеспечения высокой безопасности данных.

4. Архитектура интеллектуального сервиса автоматического создания ответов на вопросы и отзывы клиентов маркетплейса

Архитектуру сервиса предлагается построить по модульному принципу, для обеспечения гибкости, масштабируемости и удобства интеграции с внешними сервисами (API маркетплейсов, Telegram Bot API, ChatGPT-4). Модульная структура будет включать пять основных модулей, соответствующих функциональным

компонентам, реализованным в Python-пакетах:

Фронтенд (Telegram-бот): Реализован в пакетах Handlers и Keyboards, отвечает за взаимодействие с пользователем через Telegram-интерфейс.

Бэкенд (логика обработки): Реализован в пакетах Handlers, utils и states, управляет обработкой запросов, генерацией ответов и координацией модулей.

NLP-модуль (ИИ): Реализован в utils/ai_utils.py, использует ChatGPT-4 для классификации запросов и генерации ответов.

База данных: Реализован в пакете DB, использует PostgreSQL для хранения настроек, шаблонов и логов.

Интеграционные модули: Реализованы в utils/api_utils.py, обеспечивают взаимодействие с API маркетплейсов (Wildberries, Ozon, Яндекс.Маркет).

Дополнительно: Пакет locale поддерживает мультиязычность, файл .env хранит конфиденциальные ключи (Telegram Bot API, ChatGPT-4, API маркетплейсов, bot.py — точка входа для запуска системы. Предполагается, что сервис будет работать асинхронно с использованием библиотеки aiogram (в пакете Handlers) и asyncio, реализуя высокую производительность при обработке большого числа запросов. Данные будут передаваться в формате JSON между модулями и API, а хранение осуществляться в SQL-таблицах PostgreSQL.

5. Заключение

По результатам анализа аналогичных сервисов на российском рынке (Otveto.ru и Spix.ru) установлено, что они не обеспечивают необходимого уровня гибкости, масштабируемости и интеграции с Telegram, что подтверждает актуальность создания собственного сервиса. Было разработано техническое задание, определяющее основные функциональные и нефункциональные требования к сервису, включая регистрацию пользователей, управление магазинами, выбор режимов обработки отзывов, интеграцию с API маркетплейсов и использование искусственного интеллекта для анализа и генерации ответов. Предложенная архитектура реализована в модульной форме и включает фронтенд в виде Telegram-бота, бэкенд-логику, NLP-модуль (ChatGPT-5), базу данных PostgreSQL и интеграционные компоненты для взаимодействия с внешними системами. Полученные результаты могут служить основой для практической реализации продукта и его дальнейшего коммерческого развития в формате SaaS-решения для малого и среднего бизнеса.

АНАЛИЗ ОШИБОК РАСПОЗНАВАНИЯ БЫТОВОЙ РЕЧИ ПРИ ЛИНГВИСТИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЧАТ-БОТА

В.О. Матросова

Научный руководитель – Сапрыкина А.О., старший преподаватель
Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе анализируются трудности восприятия естественной речи чат-ботами, выявляются основные ошибки распознавания бытовой речи, а также приводятся практические рекомендации по повышению качества взаимодействия чат-ботов с пользователями.

С распространением голосовых помощников и чат-ботов чрезвычайно важной стала проблема их взаимодействия с пользователем [1]. Удобство использования снижается ввиду несовершенства систем распознавания.

В отличие от формализованного языка, на который ориентированы ИТ-системы, естественный человеческий язык — живой и подвижный. Особую сложность

представляет обработка бытовой речи, так как она спонтанна, ей характерны неполнота высказываний, фонетические сокращения, эллипсис и использование специфической лексики.

Выявление основных видов ошибок в распознавании бытовой речи и их классификация может помочь в оптимизации работы чат-ботов на лингвистическом уровне.

Основные ошибки в распознавании бытовой речи чат-ботами [2]:

1. Фонетический уровень: Ошибки распознавания омографов, слов в быстром темпе, с фонетическими сокращениями («щас» → «час»).

2. Лексико-семантический уровень:

- Непонимание разговорной и сленговой лексики.
- Неверная интерпретация многозначных слов вне контекста.
- Игнорирование стилистической окраски слова.

3. Синтаксический и прагматический уровень:

- Неспособность восстановить эллиптические конструкции.
- Игнорирование контекста диалога (например, анафорических связей — «он», «она», «этот»).

- Непонимание косвенных речевых актов (например, вопрос «Ты не знаешь, который час?» воспринимается как запрос о знаниях собеседника, а не о времени).

Наибольшие трудности у чат-ботов вызывают явления разговорной речи: эллипсис, анафора, косвенные речевые акты. Существующие системы слабо используют контекст диалога для разрешения неоднозначностей.

Практические рекомендации по повышению эффективности распознавания и интерпретации бытовой речи в системах искусственного интеллекта требуют комплексного подхода, охватывающего как лингвистический, так и архитектурный уровни проектирования диалоговых систем. На лингвистическом уровне целесообразно обеспечить динамическое расширение и регулярное обновление лексико-семантических ресурсов, включая корпуса разговорной, сленговой и регионально маркированной лексики, что позволит повысить адекватность распознавания неформальных высказываний. Кроме того, необходимо разрабатывать и внедрять грамматические модели, обладающие повышенной толерантностью к структурной неполноте речи, в частности к эллиптическим конструкциям, инверсиям и другим отклонениям от нормативного синтаксиса, характерным для спонтанной устной коммуникации. Такие модели должны быть способны к гибкой реконструкции пропущенных компонентов высказывания на основе прагматического и дискурсивного контекста.

На уровне архитектуры интеллектуальных систем следует предусмотреть реализацию специализированного модуля контекстного анализа, функция которого заключается в отслеживании и интерпретации анафорических связей, управлении диалоговым состоянием и разрешении семантических неоднозначностей с учётом предшествующих реплик. Данный модуль должен быть интегрирован с компонентами обработки естественного языка (NLP) и машинного обучения, обеспечивая сквозную передачу контекстуальной информации на всех этапах обработки запроса [3]. Важным элементом архитектуры также является механизм управления неопределённостью: система должна быть способна распознавать ситуации, в которых степень уверенности в интерпретации запроса недостаточна для выдачи однозначного ответа, и инициировать уточняющие запросы, сохраняя при этом естественность и вежливость диалога.

Таким образом, повышение качества взаимодействия чат-ботов с пользователями в условиях нестабильности и вариативности бытовой речи невозможно без тесной интеграции лингвистических знаний в инженерные решения. Эффективная обработка разговорной речи требует не только технического совершенствования алгоритмов распознавания, но и глубокого учёта закономерностей функционирования естественного языка в реальных коммуникативных условиях. Это подчеркивает необходимость междисциплинарного синтеза — сотрудничества лингвистов, когнитивистов, специалистов по искусственному интеллекту и разработчиков пользовательских интерфейсов — как ключевого условия дальнейшего прогресса в области диалоговых систем следующего поколения.

Библиографический список

1. Царева М.В. Проблема обработки естественного языка в чат-ботах / М. В. Царева // Экономика и социум. — 2022. — № 11-1 (102). — С. 1011–1015.
2. Азина Д.Б. Речевое взаимодействие между человеком и искусственным интеллектом посредством чат-ботов и умных устройств / Д. Б. Азина, П. А. Пьянкова, М. О. Козицына [и др.] // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 6, Языкознание: Реферативный журнал. — 2022. — № 1. — С. 54–65.
3. Авраменко А.П. Лингводидактический потенциал чат-ботов и виртуальных помощников как средств распознавания речи технологиями искусственного интеллекта / А. П. Авраменко // Мир науки, культуры, образования. — 2022. — № 3 (94). — С. 9–12.

АРХИТЕКТУРА ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ДВУМЯ ВЫХОДАМИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д.Х. Нгуен

Научный руководитель – Васильев Е.П., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современные методы проектирования технических систем требуют сокращения времени численных расчётов и повышения точности прогнозирования параметров. Одним из перспективных направлений решения данной задачи является применение искусственных нейронных сетей (ИНС) в качестве суррогатных моделей, способных аппроксимировать сложные зависимости между конструктивными и электрофизическими параметрами объектов.

В работе предложена архитектура ИНС с двумя выходами, предназначенная для моделирования и оптимизации технических систем различного назначения. База данных формировалась на основе численного моделирования в среде HFSS с применением латинского гиперкубического планирования (LHS). Входными признаками служили параметры конструкции и материалы элементов, а выходными – интегральные и спектральные характеристики системы.

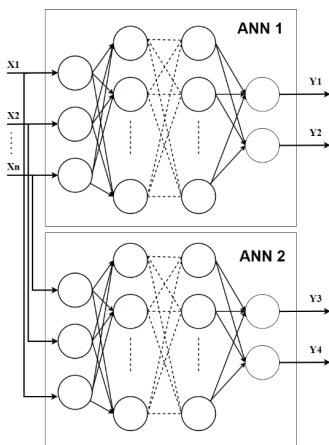


Рисунок 1 – Архитектура ИНС с двумя выходными

Архитектура сети представляет собой многослойный перцептрон (MLP) с общей скрытой частью и двумя специализированными «головами». Первая «голова» (Head 1) выполняет прогноз экстремальных значений и соответствующих частот (рабочая частота, уровень потерь в полосе), а вторая (Head 2) — восстановление дискретизированных спектральных профилей $|S_{11}(f)|$ и $|S_{21}(f)|$ в исследуемом диапазоне частот. Такая структура позволяет одновременно учитывать глобальные (рабочая частота, потери в полосе) и локальные характеристики (форма резонансов, уровень отражения и передачи) исследуемых систем. Обучение сети проводилось методом обратного распространения ошибки с минимизацией функции среднеквадратичной ошибки (MSE). Для оценки точности использовался коэффициент детерминации R^2 , характеризующий степень

совпадения предсказаний и эталонных данных HFSS.

Результаты моделирования показали, что использование архитектуры ИНС обеспечивает высокую точность. Средняя относительная ошибка предсказания рабочих частот и уровней S-параметров составила 0,20–2,5 %, при этом положение и глубина резонансных минимумов полностью совпадают с результатами HFSS. Применение нейросетевой аппроксимации позволило сократить время расчётов более чем в 50 раз по сравнению с полноволновым анализом.

Разработанная двухвыходная архитектура может использоваться для построения суррогатных моделей в задачах параметрического синтеза и оптимизации технических систем различного типа, обеспечивая сочетание высокой точности и малых вычислительных затрат.

Библиографический список

1. Васильев Е.П., Орешков В.И. Моделирование урожайности зерновых с использованием метода совокупности доказательств в рамках концепции точного земледелия. Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/105-6972> (дата обращения: 10.09.2012).
2. Y. Zhang et al. Accurate design of microwave filter based on surro-gate model using adaptive online updating 1D convolutional autoencoders. Electronics, vol. 11, no. 22, Art. no. 3705, 2022.
3. Marinkovic Z., Kim T., Markovic V., Milijic M., Pronic-Rancic O., Vietzorreck L. Artificial Neural Network based Design of RF MEMS Ca-pacitive Shunt Switches // ACES Journal. – 2016. – Vol. 31, No. 7. – P. 756–764.
4. Васильев Е.П., Нгуен Данг Хоп, Лью Тхань Дат. Полосовой фильтр на связанных микрополосковых линиях с двумя секторными резонаторами – М.: Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №75. 2021. – с. 15-23.
5. Васильев Е.П., Нгуен Д.Х. Моделирование электромагнитных ключевых элементов в микроволновом диапазоне // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2025 г. №92. С.13–24.

ИЗМЕНЕНИЯ В C++ И АНАЛИЗ НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭТОГО ЯЗЫКА В СФЕРЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

К.С. Новикова

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент,

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается анализ последних изменений и новых возможностей в современном стандарте C++. Основное внимание уделяется изучению ключевых нововведений, которые появились в стандартах C++17, C++20 и перспективах C++23.

Основные этапы исследования современных возможностей C++:

Этап 1. Аналитический обзор эволюции стандартов (проведение системного анализа изменений в стандартах C++17, C++20 и перспективных направлений C++23, изучение исторического контекста и причин появления новых языковых возможностей).

Этап 2. Детальное исследование ключевых нововведений (глубокое изучение модульной системы, концепций, диапазонов и других значимых возможностей современного C++, анализ синтаксиса и семантики новых языковых конструкций)[2].

Этап 3. Практическая апробация новых возможностей (разработка серии примеров и тестовых случаев, демонстрирующих применение современных возможностей C++ в реальных сценариях программирования)[1].

Этап 4. Сравнительный анализ эффективности (проведение сравнительного тестирования решений на основе традиционного и современного синтаксиса C++, оценка производительности, читаемости кода и безопасности).

Этап 5. Формулирование рекомендаций (разработка практических рекомендаций по применению новых возможностей C++ в промышленной разработке).

Этап 6. Валидация результатов (проверка эффективности предложенных подходов на реальных проектах, анализ успешности внедрения современных практик программирования).

Каждый последующий стандарт демонстрирует прогресс в оптимизации выполнения кода. C++17 обеспечивает базовые улучшения производительности STL контейнеров. C++20 вводит ленивые вычисления в диапазонах и более эффективные механизмы инлайнинга. C++23 продолжает эту тенденцию, предлагая дополнительные оптимизации времени выполнения и компиляции [3].

Таким образом формируются рекомендации по эффективному применению языка C++, используя нововведения его стандартов (C++17, C++20 и C++23).

Библиографический список

1. Страуструп, Б. Язык программирования C++. Специальное издание / Б. Страуструп. — М.: Бином, 2022. — 1136 с.
2. Александреску, А. Современное проектирование на C++. Обобщенное программирование и прикладные шаблоны проектирования / А. Александреску. — М.: Вильямс, 2021. — 336 с.
3. Майерс, С. Эффективный и современный C++. 42 рекомендации по использованию C++11 и C++14 / С. Майерс. — М.: Вильямс, 2023. — 304 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

К.С. Новикова

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются современные методы проектирования интегральных схем и основные проблемы в этой области. Исследуются новые подходы к созданию микросхем с использованием передовых инструментов автоматизации проектирования (САПР) и специализированных языков описания аппаратуры.

Основные этапы исследования современных методов проектирования интегральных схем:

Этап 1. Анализ современного состояния микроэлектроники (проводится изучение современных технологических норм производства интегральных схем и их влияния на методологию проектирования).

Этап 2. Исследование инструментов автоматизации проектирования (Осуществляется системный анализ современных САПР и специализированных языков описания аппаратуры. Изучаются возможности высокоуровневого синтеза и его эффективность при проектировании сложных интегральных схем. Проводится сравнительная оценка различных методологий проектирования)[1].

Этап 3. Анализ методологий верификации и моделирования (исследуются формальные методы верификации и их применение для обеспечения корректности проектов, анализируются подходы к сквозному моделированию систем на кристалле, рассматриваются методы оптимизации энергопотребления и тепловых режимов)[3].

Этап 4. Изучение проблем надежности и обеспечения качества (проводится анализ факторов, влияющих на надежность интегральных схем в современных технологических процессах, исследуются методы повышения отказоустойчивости и подходы к тестированию сложных систем на кристалле)[2].

Этап 5. Синтез результатов и формирование перспективных направлений (определяются наиболее перспективные направления развития методов проектирования, формулируются рекомендации по преодолению выявленных проблем и оптимизации процессов проектирования интегральных схем).

Основные изучаемые в докладе методы проектирования интегральных схем: высокоуровневый синтез, формальные методы верификации, сквозное моделирование систем на кристалле, методы оптимизации энергопотребления, методы обеспечения тепловых режимов, методы повышения надежности, методы проектирования для передовых технологических норм.

Таким образом анализируются перспективные направления развития методов проектирования и формируются рекомендации по преодолению выявленных проблем.

Библиографический список

1. Карпов В.Г. Современные САПР для проектирования интегральных схем. — М.: ДМК Пресс, 2023. — 418 с.
2. Иванов А.С. Проектирование систем на кристалле: методологии и инструменты. — СПб.: БХВ-Петербург, 2022. — 576 с.
3. Николаев С.И. Методы энергоэффективного проектирования ИС. — СПб.: Лань, 2022. — 256 с.

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА ЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА И ЕГО ЭСКИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 2D ГРАФИКИ

К.С. Новикова, А.П. Засульская

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается процесс создания дизайна электронных устройств с использованием современных методов 2D-графики. Основное внимание сосредоточено на практическом применении цифровых инструментов для разработки удобных и эстетически совершенных продуктов.

Основные этапы исследования:

1. Подготовительный этап (анализ технического задания и формулировка требований, изучение эргономических нормативов и стандартов, определение целевых параметров проектируемого устройства, формирование критериев оценки дизайн-решений) [1].

2. Этап концептуального проектирования (создание первичных скетчей в растровом редакторе GIMP, генерация вариативных концепций внешнего вида устройства, отработка форм-факторов и базовых пропорций, использование графического планшета для естественного скетчинга) [2].

3. Этап технического проектирования (трансформация отобранных концепций в векторные модели в Inkscape, построение точных контуров с применением кривых Безье, разработка модульных сеток для соблюдения пропорций, создание технических чертежей с размерами и допусками).

4. Этап детализации и визуализации (разработка фотореалистичных текстур материалов в GIMP, создание светотеневой модели и рендеринг, проектирование интерфейсных элементов в Inkscape, проработка механических компонентов и соединений).

5. Интеграционный этап (совмещение результатов из различных редакторов, формирование комплексного эскиза устройства, подготовка спецификаций материалов и компонентов, создание презентационной документации).

6. Верификационный этап (проверка соответствия исходным требованиям, оценка эргономических характеристик, тестирование удобства пользовательского взаимодействия, корректировка проекта по результатам верификации).

Принципиальное различие между GIMP и Inkscape заключается в основе работы с графикой - GIMP представляет собой растровый редактор, оперирующий пикселями, тогда как Inkscape является векторным редактором, работающим с математическими кривыми. Это фундаментальное отличие определяет их специализацию в процессе проектирования. GIMP демонстрирует превосходство на начальных этапах разработки, где важна творческая свобода и художественная выразительность - программа идеально подходит для создания концептуальных скетчей, работы с текстурами и сложными визуальными эффектами. Инструменты кисти с настраиваемым давлением, расширенные возможности работы со слоями и фильтрами позволяют быстро воплощать дизайнерские замыслы. Inkscape, в свою очередь, незаменим для технической реализации проекта, обеспечивая точность и масштабируемость - векторные контуры можно бесконечно редактировать без потери качества, а система привязок и измерений гарантирует соблюдение заданных параметров [3].

Таким образом GIMP необходим для визуализации и скетчинга, а Inkscape обеспечивает точность технического проектирования.

Библиографический список

1. Леонтьев, А. Н. Эргономика и дизайн электронных устройств: учебное пособие / А. Н. Леонтьев. — Москва: Форум, 2022. — 265 с.
2. Норман, Д. А. Дизайн привычных вещей / Д. А. Норман. — Москва: Вильямс, 2020. — 416 с.
3. Розенсон, И. А. Основы теории дизайна: Учебник для вузов / И. А. Розенсон. — Санкт-Петербург: Питер, 2023. — 256 с.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВИРТУАЛЬНОГО АССИСТЕНТА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ

Б.Д. Плешков, А.В. Крошили

Научный руководитель – Крошили А.В., д.т.н., профессор каф. ВПМ

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Сегодня туристическая индустрия активно интегрирует новейшие цифровые технологии, что выражается в постоянном увеличении числа онлайн-сервисов и повышенном интересе к индивидуальным путешествиям. Персонализированный подход к обслуживанию туристов становится решающим преимуществом в конкурентной борьбе, а применение интеллектуальных систем значительно улучшает эффективность взаимодействия с клиентами. Для решения подобных задач хорошо зарекомендовали себя предметно-ориентированные информационные системы [1].

Данное исследование направлено на создание интеллектуального виртуального помощника, который сможет автоматизировать процесс разработки уникальных туристических маршрутов на основе методов машинного обучения и анализа больших данных [2, 3].

Предлагаемая идея заключается в разработке программного комплекса, состоящего из модулей сбора и анализа информации о пользователях, определения туристических предпочтений, создания маршрута и интерактивного общения через чат. Применение алгоритмов машинного обучения дает возможность учитывать разнообразие факторов, включая личные пожелания, временные рамки, бюджет, логистику передвижения и сезонность различных направлений. Также необходимо использовать теорию построения моделей процессов управления в информационных системах [4].

Разрабатываемый виртуальный ассистент сможет в процессе общения формировать оптимальные маршруты, максимально соответствующие потребностям каждого туриста. Для общения с пользователем планируется использовать модели обработки естественного языка (NLP) и интеграцию с внешними источниками информации, такими как картографические сервисы, базы данных отелей и мероприятий.

Предполагается, что внедрение данного решения позволит ускорить процесс планирования поездок, повысить релевантность рекомендаций и улучшить общее впечатление от использования туристических платформ. Результаты этого проекта будут использованы в выпускной квалификационной работе.

Библиографический список

1. Крошили, А. В. Предметно-ориентированные информационные системы / А. В. Крошили, С. В. Крошили, Г. В. Овечкин. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательство "КУРС", 2023. — 176 с. — ISBN 978-5-907535-96-1. — EDN XBPJIV.

2. Компьютерное моделирование процессов поддержки принятия решений врача-стоматолога на основе семантических сетей / А. В. Крошили́н, С. В. Крошили́на, Д. А. Перепелкин, А. А. Попова // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2024. – № 89. – С. 127-140. – DOI 10.21667/1995-4565-2024-89-127-140. – EDN SYBUZZ.

3. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения / О. Д. Саморукова, А. В. Крошили́н, С. В. Крошили́на, С. Ю. Жулева // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2024. – № 88. – С. 106-114. – DOI 10.21667/1995-4565-2024-88-106-114. – EDN TRJXNE.

4. Моделирование процессов управления в организационных системах на основе теории нечетких когнитивных карт / А. В. Крошили́н, С. В. Крошили́на, Г. В. Овечкин, О. Д. Саморукова // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. – № 91. – С. 64-75. – DOI 10.21667/1995-4565-2025-91-64-75. – EDN UXKKYJ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIG DATA ДЛЯ АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ КЛИЕНТОВ И ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ОПЕРАЦИЙ В ТУРИСТИЧЕСКОЙ СФЕРЕ

А.С. Попова

Научный руководитель – Орешков В.И., к.т.н., доцент кафедры САПР ВС

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Цифровая трансформация является одним из ключевых трендов развития мировой экономики, и индустрия туризма не остается в стороне. Технология Big Data, определяемая как набор инструментов для сбора, хранения, обработки и анализа огромных объемов структурированных и неструктурированных данных, открывает новые горизонты для понимания потребителей и оптимизации внутренних процессов туристических предприятий [1, 2]. Актуальность темы обусловлена растущей конкуренцией на рынке и необходимостью принятия основанных на данных решений для повышения эффективности и конкурентоспособности. Цель данной статьи – проанализировать на основе существующих исследований и практических кейсов, как Big Data используется для анализа поведения клиентов и оптимизации бизнес-операций в туристической сфере. Особый интерес в контексте данного исследования представляет разработка интегрированных систем, которые не только решают задачу персонализации предложений для конечного потребителя, но и предоставляют бизнесу, составляющему инфраструктуру городского туризма, обратную связь и аналитику для оптимизации их операционной деятельности. Решению этих взаимосвязанных задач и посвящено данное исследование.

Основная ценность Big Data для туризма заключается в возможности глубокого анализа поведения текущих и потенциальных клиентов. Обработывая большие массивы данных из различных источников – таких как отзывы о заведениях, частота посещений, личные предпочтения – компании могут сформировать обобщенный и в то же время детализированный портрет путешественника [1, 2].

Например, совместный проект МТС и Агентства по туризму Ростовской области был нацелен на анализ обезличенных данных абонентов для определения популярных туристических объектов и составления портрета туриста с такими характеристиками, как уровень дохода, регион проживания и продолжительность пребывания [1]. Это

позволяет дестинациям и туроператорам формировать конкурентоспособное и релевантное предложение.

Другим ярким примером является платформа Profi.Travel Programmatic, созданная в партнерстве с компанией Amadeus. Система использует Big Data для автоматизации закупки рекламы и генерации персонализированных рекламных сообщений для конкретного потребителя на основе его тревел-данных (рисунок 1) [1, 2]. Это позволяет продвигать турпродукт среди максимально заинтересованной целевой аудитории, значительно повышая конверсию.

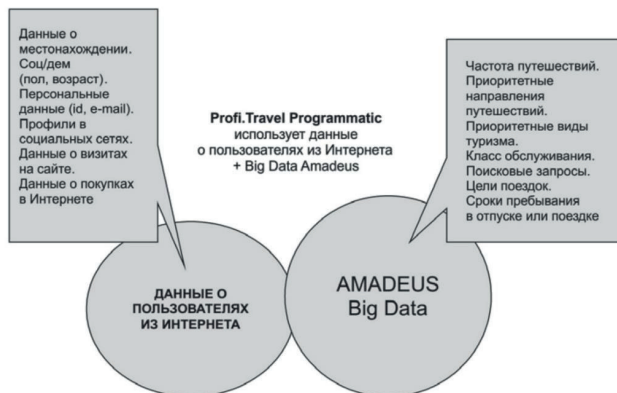


Рисунок 1 – Архитектура Profi.Travel Programmatic

Рассмотренные кейсы демонстрируют общий тренд на использование данных для построения клиентского профиля. Следующим логическим шагом является создание инструментов, которые используют этот профиль в режиме реального времени для непосредственного взаимодействия с туристом. Таким инструментом являются интеллектуальные виртуальные собеседники с элементами машинного обучения, которые, аккумулируя данные о предпочтениях пользователя и внешние данные (отзывы, рейтинги, текущая загруженность), способны генерировать индивидуальные маршруты и рекомендации. Это позволяет перейти от обобщенного портрета целевой аудитории к точечному обслуживанию конкретного человека в момент формирования его потребности.

Помимо маркетинга и анализа клиентов, Big Data активно применяется для оптимизации ключевых бизнес-процессов, что напрямую влияет на операционную эффективность и финансовые результаты.

1. **Управление доходами и ценообразование:** авиакомпании и отельные сети являются пионерами в этой области. Swiss International Airlines внедрила Big Data в процессы управления доходами и расходами, объединив загрузку рейсов и ценообразование в единый алгоритм для оперативного изменения цен [1, 2]. Аналогично, международная отельная сеть Marriott International создала аналитические отделы, которые на основе анализа данных о спросе и рыночных ценах формируют оптимальное ценовое предложение [1].

2. **Повышение клиентского сервиса:** технологии Big Data позволяют автоматизировать и улучшать сервис. British Airways использует анализ данных в реальном времени для поиска потерянного багажа, который автоматически отправляется следующим рейсом, избавляя пассажира от лишних хлопот [1, 2]. В

индустрии гостеприимства системы «умного номера», регулирующие температуру и освещение на основе предпочтений гостя, также являются примером применения Big Data для повышения комфорта [1, 2].

3. Аналитика для бизнеса и обратная связь как сервис: упомянутые выше методы персонализации генерируют огромный массив данных о реальном поведении и предпочтениях туристов. Однако для владельцев локального бизнеса (кафе, музеев, магазинов) самостоятельный сбор и анализ такой информации часто недоступен из-за высокой стоимости и сложности. Актуальной становится задача создания аналитических платформ, которые агрегируют обезличенные данные о запросах туристов, их маршрутах и отзывах, и предоставляют бизнесу в удобной форме инсайты для принятия решений. Такие платформы могут формировать для компаний отчеты, показывающие их позицию на туристической карте города, выявляющие "слепые зоны" в привлечении аудитории, динамику популярности, а также давать конкретные рекомендации по улучшению сервиса, ассортимента и маркетинговой стратегии на основе выявленных трендов. Это превращает данные из побочного продукта в ключевой сервис, повышающий конкурентоспособность всей туристической экосистемы дестинации.

Несмотря на очевидные преимущества, широкое внедрение Big Data в туристическую индустрию, особенно в России, сталкивается с рядом барьеров. Ключевыми проблемами являются острая нехватка квалифицированных кадров, высокая стоимость решений и недостаток опыта успешных внедрений [1, 2].

Как показывают кейсы, существует два основных пути преодоления этих трудностей. Крупные транснациональные компании, такие как British Airways или Marriott International, обладают достаточными ресурсами для создания внутренних аналитических подразделений и самостоятельного внедрения технологий [1]. Для средних и малых предприятий, а также для государственных организаций более эффективной стратегией является кооперация. Примеры сотрудничества Profi.Travel и Amadeus, а также МТС и Агентства по туризму Ростовской области, демонстрируют, что объединение компетенций и ресурсов (данных, технологий, экспертизы) позволяет создавать мощные продукты и решать сложные задачи, связанные с Big Data, без необходимости нести все затраты и риски в одиночку [1].

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что технология Big Data является мощным инструментом трансформации туристической отрасли, двигаясь по двум основным векторам: глубокая персонализация для туриста и основанный на данных оптимизация для бизнеса. Перспективным направлением является создание сквозных решений, которые объединяют эти два вектора в единую экосистему. Разработка систем, способных в режиме реального времени обрабатывать запросы туристов для генерации персонализированных маршрутов и одновременно предоставлять бизнесу аналитику на основе агрегированных данных, представляется логичным ответом на современные вызовы управления городским туризмом. Подобные системы не только повышают удовлетворенность конечного потребителя, но и создают инфраструктуру для поддержки и развития малого и среднего бизнеса в дестинации, что в конечном итоге способствует ее устойчивому росту.

Библиографический список

1. Сердюков С.Д. Применение технологии Big Data в индустрии туризма: критический анализ // Теоретические и прикладные аспекты развития сферы рекреации и туризма. 2022. № 2 (14). С. 30–36.

2. Мигалевич С.А., Марков А.Н., Стрельцов А.Д. Обработка больших данных в туристической индустрии // BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. ст. X Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 2024. С. 480–484.

3. Hernández-Cabrera J.J., Plácido-Castro A.M., Bulchand-Gidumal J. Big Data in Real Time for the Management of Tourist Destinations: The TOURETHOS Platform Technological Model // Tourism and ICTs: Advances in Data Science, Artificial Intelligence and Sustainability. Springer, 2024. P. 139–147.

ОЦЕНКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ДОСТОВЕРНОСТИ ИИ-ПЕРЕВОДА НОВОСТНЫХ ТЕКСТОВ

М.А. Пустовалова

Научный руководитель — Сапрыкина А.О., старший преподаватель
Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В данной статье рассматривается проблема информационной достоверности перевода новостных текстов, выполняемого с помощью систем искусственного интеллекта (ИИ). Исследование включает системную оценку качества ИИ-перевода новостных материалов и выявление факторов риска. Актуальность исследования обусловлена тем, что даже незначительные искажения при переводе могут оказывать прямое влияние на формирование неадекватного восприятия информации аудиторией и исказить картину мира.

Стремительное развитие технологий в современном мире привело к активному использованию искусственного интеллекта в различных сферах жизнедеятельности общества, в том числе в информационной и коммуникативной. Благодаря скорости и доступности ИИ-перевод находит применение и в работе с новостными текстами, однако его результаты не всегда являются корректными. В некоторых случаях ИИ-перевод порождает серьезные проблемы, связанные с информационной достоверностью. Малейшие искажения в подобных переводах несут значительные риски в контексте формирования общественного мнения, что, в свою очередь, может способствовать возникновению таких проблем, как дезинформация и конфликты различного масштаба.

Современные системы ИИ-перевода, такие как Google Translate, DeepL, Yandex Translate и другие, достигли высокого уровня беглости, однако их надежность в аспекте точной передачи фактологической информации требует тщательной проверки. Информационная достоверность подразумевает не только грамматическую правильность, но также точность фактического и логического компонентов. Фактический компонент отвечает за адекватную передачу имен собственных, дат, цифр и иных данных, а логический — за сохранение причинно-следственных и иных смысловых связей.

В исследовании систематизирован ряд типичных ошибок, допускаемых при ИИ-переведе. Наиболее распространенной является ошибка, связанная с контекстом. Например: 「トランプ氏、中国に追加関税『100%』11月から 輸出規制に 対抗」 (Пер.авт.: Трамп вводит дополнительную пошлину на Китай в размере 100% с ноября в ответ на экспортные ограничения) [1].

Лексема 「対抗」 передаётся ИИ-переводчиком как «в ответ», что редуцирует её смысловое поле, исключая компонент «реакция на вызов». Более подходящим вариантом перевода является «в качестве контрмеры», актуализирующая реактивный характер действия.

В конструкции 「輸出規制に対抗」 машинный перевод оставляет эту синтаксическую неопределённость, что может привести к инверсии логического субъекта-объекта. Экстралингвистический анализ указывает, что агентом ограничений является Китай, а США выступают агентом контрмер. Машинный перевод эту прагматическую информацию не учитывает.

Цифровой индикатор «100%» в экономическом дискурсе однозначно обозначает ставку таможенного тарифа. ИИ-переводчик зачастую не маркирует эту терминологическую принадлежность, что может привести к интерпретации данного показателя как, например, вероятности или размера штрафа. Нормализованный перевод: «Трамп объявил о введении с ноября дополнительной пошлины в размере 100% на китайские товары в качестве контрмеры в ответ на экспортные ограничения, введённые Китаем».

Рассмотрим ещё один пример: 「総理大臣指名選挙で野党協力 立憲 党首会談呼びかけへ」 [2].

Машинный перевод выглядит следующим образом: «Выборы по назначению премьер-министра и сотрудничество оппозиции: Демконституционная партия призывает к переговорам лидеров партий»

При анализе выполненного перевода выявляются следующие нарушения. Слово 「立憲」 представляет собой устойчивое сокращение от полного названия политической партии 「立憲民主党」 (Конституционно-демократическая партия). Алгоритмы ИИ-переводчика, основанные на статистических моделях, часто производят пословный перевод компонентов, что приводит к образованию «Демконституционная». Данная лексема является семантически неправильной и не соответствует закреплённому номенклатурному названию.

Подобная калькизация нарушает принцип номинативной адекватности, дезориентируя реципиента перевода и нарушая связность дискурса.

Нормализованный перевод выглядит следующим образом: «Оппозиционные партии договорились о сотрудничестве на выборах по назначению премьер-министра. «Партия конституционных демократов» призывает к проведению переговоров лидеров».

Таким образом, применение ИИ-перевода играет важную роль в современной информационной среде. Тем не менее, несмотря на его удобство и доступность, необходимым условием сохранения информационной достоверности является критическая оценка результатов перевода со стороны человека.

Библиографический список:

1. トランプ氏、中国に追加関税「100%」11月から 輸出規制に対抗 [электронный ресурс]// 朝日新聞デジタル — 2025. — URL: <https://www.asahi.com/sp/articles/ASTBB72XRTBBUHBI005M.html> (дата обращения: 10.10.2025)
2. 大阪 生活保護の“孤高”な男性 貧困状態が増える 検証から見た不思議な現象 [электронный ресурс]// Yahoo! News. — URL: <https://news.yahoo.co.jp/articles/6ef2ee52a953e256bf5f9bdaa081f0c85c4dec36> (дата обращения: 11.10.2025)

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

И.В. Рамушкин, М.С. Новичков

Научный руководитель – Кошелева М.С., ассистент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данном докладе будет рассматриваться история развития систем автоматизированного проектирования (САПР).

Становление и трансформация САПР стали прямым следствием цифровой революции, перевернувшей традиционные представления о проектировании. От первых экспериментов с компьютерной графикой до современных интеллектуальных платформ, САПР прошли путь от инструментария для узких специалистов до ключевого элемента сквозных цифровых технологий.

Зарождение САПР в 1960-х годах стало возможным благодаря появлению мощных для своего времени ЭВМ. Переломным моментом явилась разработка в 1963 году Айвенгом Сазерлендом системы Sketchpad, которая продемонстрировала принципиально новый способ взаимодействия человека и машины. Эта система ввела фундаментальные концепции интерактивной компьютерной графики, такие как использование светового пера и объектно-ориентированное моделирование, заложив основу для всех последующих разработок в этой области [1].

В 1970–1980-е годы, с активным внедрением микрокомпьютеров, началась эра коммерциализации САПР. На рынке появились первые коммерческие программные комплексы, среди которых CADAM, CATIA и Unigraphics. Данный период характеризуется переходом от двухмерного черчения к созданию трёхмерных каркасных и поверхностных моделей, что значительно расширило возможности проектировщиков в аэрокосмической и автомобильной промышленности, позволив работать со сложными геометрическими формами [1].

Качественный скачок в развитии САПР произошел на рубеже 1980–1990-х годов с появлением методов твёрдотельного моделирования и параметрического проектирования. Системы нового поколения, такие как Pro/ENGINEER, использовали ассоциативные модели, где изменение одного параметра автоматически влекло пересчёт всей геометрии. Параллельно распространение персональных компьютеров привело к демократизации технологии — платформы вроде AutoCAD сделали сложные инструменты проектирования доступными для широкого круга инженеров и конструкторов [3].

Современный этап развития САПР, начавшийся в 2000-х годах, определяется процессами интеграции и глобализации. Системы проектирования перестали быть изолированными инструментами, превратившись в ядро комплексных систем управления жизненным циклом изделия (PLM). Это позволило объединить в едином информационном пространстве данные, используемые на всех стадиях — от концепции и проектирования до инженерного анализа, технологической подготовки производства и эксплуатации [2].

В настоящее время вектор развития САПР задают такие тренды, как переход к облачным технологиям (модель SaaS), что обеспечивает гибкость и снижает затраты; внедрение искусственного интеллекта для генеративного проектирования, где система сама предлагает оптимальные варианты конструкций; а также тесная интеграция с аддитивными технологиями и технологиями цифровых двойников. Таким образом, САПР продолжают эволюционировать, превращаясь из инструментов для создания чертежей в интеллектуальные среды для сквозного проектирования и

управления данными об изделии, оставаясь критически важным компонентом цифровой трансформации промышленности [3].

Библиографический список

1. Сазерленд, А. Система Sketchpad: Человеко-машинная графическая коммуникация / А. Сазерленд // Достижения в области компьютерной техники. – 1963. – Т. 4. – С. 329–346.
2. Мюррей, Г. История автоматизированного проектирования / Г. Мюррей. – Машиностроение, 1991. – 256 с.
3. Зудин, Ю. Б., Ловцыкин, В. А. Системы автоматизированного проектирования: этапы развития и современное состояние / Ю. Б. Зудин, В. А. Ловцыкин // Информационные технологии. – 2018. – № 5. – С. 257–265.

МЕТЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ В ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

А.Н. Сапрыкин

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Задачи глобальной оптимизации возникают во множестве научных и инженерных дисциплин, где требуется найти глобальный минимум (или максимум) функции в многомерном пространстве. Такие задачи часто характеризуются наличием множества локальных экстремумов, недифференцируемостью, дискретностью или высокой вычислительной сложностью. Традиционные методы оптимизации, такие как градиентный спуск или симплекс-метод, не всегда эффективны в подобных условиях.

В последние десятилетия широкое распространение получили метаэвристические методы [1-3], среди которых особое место занимают меметические алгоритмы (МА). Термин «меметический алгоритм» был впервые введён Пабло Москато в 1989 году как аналогия с концепцией мема — единицы культурной информации, которая эволюционирует по аналогии с генами. В отличие от чисто эволюционных алгоритмов, МА включают в себя фазу локального улучшения («обучения») каждой особи популяции, что значительно повышает точность и скорость сходимости.

Меметический алгоритм можно формально описать как гибридную эвристику, сочетающую как глобальный поиск, использующий в своей основе эволюционные операторы, так и локальный, который применяется к отдельным решениям (или всей популяции) для уточнения их качества.

Общая структура МА включает такие этапы, как инициализация популяции случайными решениями, оценка пригодности каждой особи, применение локального поиска к особям, отбор родителей для воспроизводства, применение генетических операторов и формирование новой популяции [4].

Одним из основных элементов архитектуры МА является применение локального поиска, который определяет эффективность баланса между глобальным исследованием и локальной эксплуатацией. Существует несколько основных стратегий, различающихся по частоте, охвату и интенсивности применения локального поиска. Наиболее распространённые подходы включают: полный локальный поиск, при котором каждая особь популяции подвергается процедуре уточнения; селективный локальный поиск, применяемый только к лучшим особям, новым потомкам или решениям, удовлетворяющим определённым критериям; и периодический локальный поиск, запускаемый с заданной периодичностью или при

достижении определённого условия сходимости. Выбор стратегии зависит от вычислительного бюджета, характера целевой функции и требований к точности решения [5].

Более современные стратегии применения локального поиска используют адаптивные и самонастраивающиеся схемы, в которых параметры локального поиска динамически регулируются в процессе работы алгоритма на основе анализа текущего состояния популяции.

Обобщённый псевдокод классического МА, сочетающего эволюционный поиск с локальным уточнением, можно представить в следующем виде:

Инициализировать популяцию $P = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ случайным образом

Для каждого $x \in P$ выполнить: оценить $\text{fitness} = f(x)$

$x_{\text{best}} \leftarrow \operatorname{argmin}_{\{x \in P\}} f(x)$

Для $\text{gen} = 1$ до max_gen выполнить:

$P' \leftarrow \emptyset$

Пока $|P'| < n$ выполнить:

Выбрать двух родителей x_1, x_2 из P с помощью селекции

Применить кроссовер: $x_{\text{offspring}} \leftarrow \text{Crossover}(x_1, x_2)$

Применить мутацию: $x_{\text{offspring}} \leftarrow \text{Mutate}(x_{\text{offspring}})$

С вероятностью p_{ls} $x_{\text{offspring}} \leftarrow \text{LS}(x_{\text{offspring}})$

Оценить $f(x_{\text{offspring}})$

Добавить $x_{\text{offspring}}$ в P'

$P \leftarrow P'$

$x_{\text{current_best}} \leftarrow \operatorname{argmin}_{\{x \in P\}} f(x)$

Если $f(x_{\text{current_best}}) < f(x_{\text{best}})$, то $x_{\text{best}} \leftarrow x_{\text{current_best}}$

Конец цикла

Вернуть x_{best}

В представленном примере локальный поиск может применяться не ко всем потомкам, а, например, только к лучшим, новым или случайно выбранным особям в зависимости от стратегии интеграции. Процедура $\text{LS}(\cdot)$ может быть содержать любой метод локальной оптимизации, подходящим для задачи (градиентный, эвристический и т.п.).

Представленный псевдокод иллюстрирует универсальность и практичность МА, что делает их мощным инструментом в решении задачах глобальной оптимизации, так как благодаря своей архитектуре они успешно преодолевают ограничения традиционных оптимизационных методов, особенно в условиях мультимодальности, недифференцируемости и высокой размерности пространства поиска.

Библиографический список

1. Перепелкин Д.А. Исследование и анализ процессов многопутевой маршрутизации и балансировки потоков данных в программно-конфигурируемых сетях на основе генетического алгоритма / Д.А. Перепелкин, В.Т. Нгуен // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2022. – № 79. – С. 31-48.
2. Перепелкин Д.А. Нейросетевая многопутевая маршрутизация в программноконфигурируемых сетях на основе алгоритмов оптимизации муравьиной колонии / Д.А. Перепелкин, В.Т. Нгуен // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2024. – № 89. – С. 39-55.
3. Сковрцов С.В. Ускорение генетического алгоритма решения транспортной задачи средствами многопоточного программирования / С.В. Сковрцов, М.С. Дьяков // Вестник

Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2023. – № 84. – С. 99-107.

4. Moscato, P. On evolution, search, optimization, genetic algorithms and martial arts: towards memetic algorithms / P. Moscato. — Canberra: Australian National University, 1989. — 23 p.

5. Neri, F. Handbook of Memetic Algorithms / edited by F. Neri, C. Cotta, P. Moscato. — Berlin; Heidelberg: Springer, 2012. — XV, 232 p. — (Studies in Computational Intelligence; vol. 379).

ОБЛАЧНЫЕ САПР В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

А.О. Сапрыкина

Научный руководитель — Корячко В.П., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе анализируются современные облачные решения для автоматизации проектирования электронных устройств, а также рассматриваются их функциональные возможности, преимущества и ограничения в профессиональной инженерной практике.

В условиях стремительной цифровизации и роста сложности электронных компонентов переход к облачным технологиям проектирования становится не просто альтернативой традиционным подходам, а необходимым элементом эффективной разработки на международном уровне. Актуальность темы обусловлена как технологическим прогрессом в области распределенных вычислений и киберфизических систем, так и изменением роли инженера-проектировщика — от локального исполнителя к участнику глобальных коллаборативных процессов.

Современные облачные системы автоматизированного проектирования (САПР) можно условно разделить на три основные категории: веб-инструменты схемотехнического проектирования, платформы для топологической трассировки печатных плат и интегрированные комплексные среды с элементами интернета вещей. Веб-инструменты проектирования, такие как Upverter [1], EasyEDA [2] и 123D Circuits (на данный момент интегрированный в Autodesk Tinkercad Circuits), обеспечивают совместную работу над схемами и печатными платами непосредственно в браузере, что востребовано при распределенной командной работе и необходимости быстрого прототипирования. Системы топологической трассировки — включая «ТороR» [3], рассмотренный в исследованиях СПбГЭТУ "ЛЭТИ" [4], — предлагают алгоритмы автоматической трассировки высокой эффективности. Интегрированные комплексные среды объединяют возможности облачных САПР с технологиями IoT, добавляя симуляцию производственных процессов, мониторинг оборудования в реальном времени и интеграцию с системами управления предприятием. Такое разнообразие позволяет адаптировать облачные решения под специфику проекта — будь то проектирование бытовой электроники, разработка промышленных контроллеров или создание специализированных измерительных систем.

Облачные САПР предоставляют инженерам и проектировочным командам широкий набор функций, направленных на повышение производительности, согласованности и качества работы. Одной из ключевых возможностей является централизованное хранение проектных данных в облачных базах, что позволяет автоматически синхронизировать изменения между всеми участниками проекта. Это не только

ускоряет процесс проектирования, но и обеспечивает единообразие применяемых компонентов и технологических норм, особенно важное в серийном производстве электронных устройств.

Дополнительно большинство систем поддерживают библиотеки электронных компонентов с возможностью коллективного наполнения и верификации, позволяя фиксировать утверждённые компоненты и избегать ошибок при выборе элементной базы. Интеграция с сервисами изготовления печатных плат даёт возможность автоматической подготовки технологических файлов и оперативного заказа прототипов — такой подход особенно эффективен при итеративной разработке и необходимости быстрого вывода продукции на рынок.

Облачные платформы добавляют преимущества совместной работы в реальном времени, контроля версий проектов и разграничения прав доступа между участниками проекта. В совокупности эти функции значительно сокращают сроки разработки, снижают вероятность человеческих ошибок и позволяют инженерам сосредоточиться на творческих и оптимизационных аспектах своей работы, делегируя рутинные операции автоматизированным системам.

Несмотря на значительные преимущества, облачные САПР сталкиваются с рядом существенных ограничений. Прежде всего, зависимость от интернет-соединения и качество сетевой инфраструктуры существенно влияют на производительность работы, особенно при выполнении ресурсоемких операций трассировки сложных многослойных плат. Особенно это проявляется в регионах с нестабильной связью или при работе с большими проектами, требующими передачи значительных объемов данных.

Даже самые совершенные облачные системы могут испытывать проблемы с совместимостью форматов файлов при импорте проектов из традиционных САПР, таких как EAGLE или KiCad. Это делает необходимым этап адаптации и верификации проектов при переходе в облачную среду, что частично нивелирует ожидаемую экономию времени и ресурсов. Кроме того, использование облачных платформ поднимает вопросы конфиденциальности и защиты интеллектуальной собственности, особенно при разработке коммерческих продуктов и устройств специального назначения.

Ключевыми факторами развития облачных систем проектирования остаются стандартизация взаимодействия между различными платформами и обеспечение надежного доступа к инженерным ресурсам. Таким образом, облачные САПР становятся не заменой традиционным системам, а мощным инструментом, эффективность которого определяется грамотным применением в рамках комплексного подхода к проектированию.

Библиографический список

1. Upverter : Modular design : [сайт]. — URL: <https://upverter.com/> (дата обращения: 23.10.2025).
2. EasyEDA : Online PCB design & circuit simulator : [сайт]. — URL: <https://easyeda.com/> (дата обращения: 23.10.2025).
3. TopoR — Topological Router [сайт] // Eremex. — URL: <https://www.eremex.com/> (дата обращения: 23.10.2025).
4. Ларистов А. И., Лячек Ю. Т., Обади М. А. М. Организация топологического САПР на основе корпоративного облака // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ". — 2015. — №10. — С. 11-17.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОДА

А.О. Сапрыкина

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе анализируются ключевые программные средства, применяемые для автоматизации процесса перевода, а также рассматриваются их функциональные особенности, преимущества и ограничения в профессиональной переводческой практике. В условиях стремительной цифровизации и роста объёмов мультязычного контента автоматизация переводческих процессов становится не просто вспомогательным инструментом, а необходимым элементом эффективной коммуникации на международном уровне. Актуальность темы обусловлена как технологическим прогрессом в области искусственного интеллекта и машинного обучения, так и изменением роли переводчика — от исполнителя к куратору и редактору автоматически сгенерированного контента.

Современные программные средства автоматизации перевода можно условно разделить на три основные категории: системы машинного перевода (МП), компьютерные программы поддержки перевода (CAT-инструменты) и интегрированные облачные платформы с элементами искусственного интеллекта. Системы машинного перевода, такие как Google Translate, DeepL и Яндекс.Перевод, обеспечивают мгновенный перевод текстов на основе нейросетевых моделей, что востребовано при работе с большими объёмами информации или в условиях ограниченного времени. CAT-инструменты — включая SDL Trados Studio [1], MemoQ [2], Smartcat [3] и OmegaT [4] — не переводят автоматически, но ускоряют и стандартизируют работу за счёт переводческой памяти, терминологических баз и контроля качества. Облачные платформы объединяют возможности МП и CAT-технологий, добавляя совместную работу в реальном времени, адаптивное обучение ИИ и интеграцию с системами управления контентом (CMS). Такое разнообразие позволяет адаптировать автоматизацию под специфику проекта — будь то локализация ПО, перевод юридических документов или подготовка мультязычных маркетинговых материалов.

Программные средства автоматизации перевода предоставляют переводчикам и локализационным командам широкий набор функций, направленных на повышение производительности, согласованности и качества работы. Одной из ключевых возможностей CAT-инструментов является переводческая память — база данных ранее переведённых сегментов, которая позволяет автоматически предлагать согласованные варианты при повторении или схожести фраз. Это не только ускоряет процесс, но и обеспечивает терминологическую и стилистическую единообразность, особенно важную в технической, юридической и медицинской документации.

Дополнительно большинство систем поддерживают терминологические глоссарии, позволяя фиксировать утверждённые эквиваленты и избегать случайных отклонений. Интеграция с нейросетевыми моделями машинного перевода даёт возможность предварительного автоперевода (pre-translation), который переводчик затем редактирует — такой подход, известный как постредактирование, особенно эффективен при работе с большими объёмами текста.

Облачные платформы добавляют преимущества совместной работы в реальном времени, централизованного управления проектами и автоматической синхронизации изменений между всеми участниками процесса. В совокупности эти функции значительно сокращают сроки выполнения заказов, снижают вероятность человеческих ошибок и позволяют переводчикам сосредоточиться на творческих и

аналитических аспектах своей работы, делегируя рутинные операции программному обеспечению.

Несмотря на значительные преимущества, программные средства автоматизации перевода сталкиваются с рядом существенных ограничений. Прежде всего, системы машинного перевода часто демонстрируют недостаточную точность при работе с контекстно-зависимыми, идиоматическими или культурно-специфическими выражениями. Особенно это проявляется в художественных, публицистических и дипломатических текстах, где нюансы тона, стиля и подтекста играют решающую роль.

Даже самые обученные нейросетевые модели могут допускать смысловые искажения, особенно при переводе с языков с малым объёмом обучающих данных или при обработке узкоспециализированной терминологии без предварительной настройки. Это делает обязательным этап постредактирования — ручной проверки и коррекции машинного перевода квалифицированным специалистом, что частично нивелирует ожидаемую экономию времени и ресурсов. Кроме того, использование облачных платформ и ИИ-сервисов поднимает вопросы конфиденциальности и защиты данных, особенно при переводе юридических, медицинских или корпоративных документов. Не все системы обеспечивают достаточный уровень безопасности, а загрузка конфиденциального контента в публичные сервисы может нарушать требования регуляторов.

Перспективы развития программных средств автоматизации перевода связаны с дальнейшей интеграцией адаптивных нейросетевых моделей, способных обучаться на индивидуальных данных пользователя и учитывать контекст на уровне документа или проекта. Ожидается рост роли гибридных систем, сочетающих машинный перевод, CAT-функционал и управление рабочими процессами в единой экосистеме, а также расширение возможностей для локализации в реальном времени. Вместе с тем, будущее автоматизированного перевода зависит не только от технологий, но и от выработки этических и профессиональных стандартов взаимодействия человека и ИИ. Таким образом, программные средства становятся не заменой переводчику, а мощным инструментом, эффективность которого определяется его грамотным и ответственным применением в рамках комплексного подхода к переводческой деятельности.

Библиографический список

1. SDL Trados Studio [Электронный ресурс] // RWS. – URL: <https://www.trados.com/product/studio/> (дата обращения: 11.10.2025).
2. memoQ [Электронный ресурс] // memoQ Translation Technologies. – URL: <https://www.memoq.com/> (дата обращения: 11.10.2025).
3. Smartcat [Электронный ресурс] // Smartcat AI Platform. – URL: <https://ru.smartcat.com/> (дата обращения: 11.10.2025).
4. OmegaT [Электронный ресурс]. – URL: <https://omegat.org/ru/> (дата обращения: 11.10.2025).

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ПЕРЕВОДЧИКА

А.О. Сапрыкина, А.П. Кучерова

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе рассматривается концепция цифрового двойника переводчика, представляющего собой не статичную виртуальную копию, а динамическую

адаптивную систему, способную к имитации и воспроизведению комплекса индивидуальных профессиональных характеристик специалиста.

Наблюдаемый в настоящее время рост интереса к внедрению персонализированных систем на основе искусственного интеллекта в профессиональной лингвистической деятельности определяется комплексом факторов. Ключевыми из них являются объективная потребность в оптимизации и повышении эффективности переводческого процесса, обеспечении высокой степени согласованности и терминологической однородности переводных текстов, а также задача цифровой репрезентации и последующего сохранения уникального профессионального профиля специалиста-переводчика в рамках виртуальной среды [1].

В данном контексте концепция цифрового двойника переводчика выходит за рамки традиционных систем машинного перевода. Данная технология представляет собой адаптивную интеллектуальную систему, прошедшую этап целенаправленного обучения на репрезентативной выборке текстов — корпусе работ конкретного специалиста. В процессе обучения модель аккумулирует и формализует эксклюзивные лингвистические паттерны, что позволяет ей учитывать такие параметры, как индивидуальная терминологическая база, устойчивые стилистические предпочтения, контекстуально обусловленный уровень формальности, специфику лексического выбора и статистические данные из истории редактирования.

С точки зрения функциональной интеграции, цифровой двойник обладает свойством интероперабельности: он может быть имплементирован в интерфейс современных систем автоматизированного перевода (CAT), таких как Trados или memoQ, либо функционировать в качестве автономного программного ассистента. В обоих сценариях его основная задача заключается в генерации переводческих решений, которые воспроизводят стиль целевого пользователя.

Технологической основой цифрового двойника служит использование тонкой настройки (fine-tuning) или контекстной адаптации (prompt-based learning) крупных языковых моделей (LLM) [2]. При этом данные переводчика хранятся в защищённых профилях с соблюдением требований законодательства о защите персональных данных (в частности, GDPR [3]). Перспективным направлением является реализация онлайн-обучения, когда система уточняет параметры модели в реальном времени, анализируя действия переводчика и вносимые им правки.

Применение цифрового двойника обеспечивает ряд преимуществ: повышение консистентности перевода в долгосрочных проектах, снижение когнитивной нагрузки за счёт автоматического предсказания типичных решений, сохранение профессионального почерка при коллективной работе и ускорение процесса перевода. Кроме того, система способствует архивированию и передаче экспертного опыта, что особенно важно для образовательных и исследовательских целей.

Однако создание цифровых двойников сопровождается рядом этических и практических вызовов [4]. Ключевыми остаются вопросы авторства — кому принадлежит результат: человеку или его виртуальному аналогу? — а также риски утечки конфиденциальных данных при обучении модели. Существенное значение имеет и качество исходного корпуса: ограниченный объём переводов приводит к снижению точности и выразительности модели. Для минимизации этих рисков необходимы технические меры защиты, а также чёткие регламенты использования персонализированных ИИ-систем.

Таким образом, цифровой двойник переводчика не является заменой человеку-переводчику, а представляет собой интеллектуальный инструмент расширения его профессиональных возможностей. В перспективе такие системы могут быть

интегрированы в образовательные платформы, использоваться для поддержки начинающих специалистов и сохранения уникального опыта экспертов. Эффективная реализация концепции требует междисциплинарного взаимодействия лингвистов, инженеров и этиков.

Библиографический список

1. Хатчинс У. Машинный перевод: прошлое, настоящее, будущее. – Чичестер: Эллис Хорвуд, 1986.
2. Васильева Е. Персонализированные ИИ-системы в переводоведении / Е. Васильева, Н. Петрова // Журнал технологий перевода. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 45–59.
3. Регламент (ЕС) 2016/679 Европейского парламента и Совета от 27 апреля 2016 г. о защите физических лиц при обработке персональных данных и о свободном обращении таких данных, и отмене Директивы 95/46/ЕС (Общий регламент по защите данных) // Официальный журнал Европейского союза. – 2016. – L 119. – URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj> (дата обращения: 22.10.2025).
4. Флориди Л. Этика искусственного интеллекта: принципы, вызовы и возможности // Философия и технологии. – 2021. – Т. 34, №1. – С. 1–23.

СРАВНЕНИЕ РОЕВЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

Д.М. Светиков

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент кафедры САПР ВС

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Задача размещения элементов – это выбор перестановки «объект → позиция» с учётом ограничений (расстояния, пересечения, преград) и суммарной стоимости. Такие задачи являются NP-трудными, поэтому точные методы быстро становятся непрактичными при росте размера. На практике используют метаэвристики, где за ограниченное время достигается приемлемое качество. Роевые алгоритмы выделяются простотой, параллелизмом и способностью балансировать глобальный и локальный поиск.

Описание сравниваемых алгоритмов

PSO (Particle Swarm Optimization). Частицы обновляют скорости и позиции, ориентируясь на свой лучший опыт и лучший в стае. Изначально метод непрерывный. Для перестановок вводят дискретные операторы (swap/insertion/reversal) и процедуры восстановления допустимости, во избежание повторов.

ACO (Ant Colony Optimization). Решение строится по шагам: муравей выбирает следующую «деталь» на основе феромонов и локальной эвристики. Такой подход идеально ложится на дискретные/перестановочные задачи: удобно собирать решение и копить «память» о качественных подструктурах.

ABC (Artificial Bee Colony). Есть роли: работницы улучшают текущие решения, наблюдательницы перераспределяют внимание, разведчицы перезапускают поиск, если застопорились. Для перестановок нужны дискретные операторы и контроль допустимости решения.

Сходимость и устойчивость

- **ACO.** Для ряда схем испарения/ограничения феромона доказана вероятностная сходимость к оптимуму на бесконечном горизонте; анализируется стабилизация распределений выбора.
- **PSO.** Исследована устойчивость траекторий и условия невзрывного поведения; строго гарантий глобальной сходимости для общих дискретных задач нет.
- **ABC.** Теоретическая база скромнее; чаще приводятся результаты о стохастической стабильности и эмпирические оценки эффективности.
- **Общее.** Операторы окрестности, «geraig» ограничений, а также гибридизация (локальный поиск, адаптация параметров) – улучшают сходимость на конечном числе итераций.

Заключение

Роевые алгоритмы представляют собой гибкий и расширяемый инструмент для решения задачи размещения элементов в условиях многокритериальности и сложных ограничений. Теоретически для дискретной задачи размещения элементов ACO выглядит наиболее согласованным с пространством решений и имеет более сильную базу по сходимости. PSO и ABC могут достигать сопоставимого качества при аккуратной дискретизации и гибридизации, часто выигрывая по накладным на итерацию, но проигрывая по числу итераций.

Библиографический список

1. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы: теория и приложения (обзор) // Учебные материалы КФУ. – Казань, 2004–2006. – Электрон. ресурс. – URL: kpfu.ru/staff_files/F_516818878/Muravinye_algoritmy.pdf
2. Ходашинский И.А. Методы повышения эффективности роевых алгоритмов оптимизации // Автоматика и телемеханика. – 2021. – № 6. – С. 3–45.
3. Курейчик В.В., Запорожец Д.Ю. Роевой алгоритм в задачах оптимизации // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2010. – № 7 (108). – С. 28–32.
4. Казакова Е.М. Краткий обзор методов оптимизации на основе роя частиц // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. – 2022. – Т. 39, № 2. – С. 156–180.
5. Карпенко А.П. Анализ и синтез популяционных алгоритмов глобальной оптимизации. В 2 т. Т. 1: монография. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2024.
6. Карпенко А.П. Анализ и синтез популяционных алгоритмов глобальной оптимизации. В 2 т. Т. 2: монография. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2024.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРОЦЕССА ОПТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ БУТЫЛОЧНЫХ КРЫШЕК В ISAAC SIM

А.С. Сидоров

Научный руководитель – Перепелкин Д.А., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина»**

Цифровой двойник — это не просто статичная 3D-модель, а динамическая виртуальная копия физического объекта, процесса или системы, которая может быть синхронизирована с объектом данными с датчиков в реальном времени. Эта технология позволяет моделировать поведение объектов в различных условиях, проводить виртуальные испытания, выявлять проблемы до их появления в реальном мире и значительно оптимизировать эффективность бизнеса.

NVIDIA Omniverse представляет собой открытую платформу, построенную на стандарте Universal Scene Description (OpenUSD), которая служит ключевым инструментом для создания и совместной работы над сложными цифровыми двойниками. В рамках экосистемы Omniverse NVIDIA Isaac Sim выступает как специализированное решение для робототехники и цифровых двойников, включающее в себя готовые средства для работы с физической симуляцией на основе физического движка NVIDIA PhysX, возможность интеграции с Robot Operating System (ROS) и т.д.

В докладе рассматриваются возможности платформы NVIDIA Omniverse для создания цифровых двойников в целом и разработанный цифровой двойник процесса оптической сортировки бутылочных крышек с использованием алгоритма машинного зрения в собственном Omniverse приложении на основе NVIDIA Isaac Sim 5.0.0, а также встреченные в процессе его разработки трудности и методы их решения.

Библиографический список

1. NVIDIA Carbonite Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.omniverse.nvidia.com/kit/docs/carbonite/latest/index.html> (дата обращения: 09.10.2025). – Текст: электронный.
2. NVIDIA Isaac Sim Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.isaacsim.omniverse.nvidia.com/latest/index.html> (дата обращения: 09.10.2025). – Текст: электронный.
3. NVIDIA OmniGraph Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.omniverse.nvidia.com/kit/docs/omni.graph.docs/latest/index.html> (дата обращения: 09.10.2025). – Текст: электронный.
4. NVIDIA Omniverse [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nvidia.com/en-us/omniverse/> (дата обращения: 09.10.2025). – Текст: электронный.
5. NVIDIA Omniverse Kit Manual [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.omniverse.nvidia.com/kit/docs/kit-manual/latest/index.html> (дата обращения: 09.10.2025). – Текст: электронный.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ МОДУЛЕЙ

С.В. Сковцов, Д.В. Замешаев

Научный руководитель – Сковцов С.В., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Одним из этапов разработки программно-аппаратных модулей является этап тестирования. Тестирование – это процесс проверки соответствия реальных и ожидаемых результатов поведения модуля. Тестирование имеет множество различных видов.

Применительно к программному обеспечению (ПО) можно выделить тестирование модулей, тестирование интеграции модулей в программную среду и т.д. В зависимости от стратегии тестирования, можно выделить тестирование методом белого ящика, при котором структура и организация тестируемого ПО известна. В данном виде тестирования также можно выделить различные методики: тестирование базового пути, тестирование ветвей и операторов отношений, тестирование циклов [1] и т.д. Другим видом тестирования является тестирование методом чёрного ящика. При нём

структура и организация ПО неизвестна. К методикам тестирования данного вида относят функциональное тестирование, анализ граничных значений и т.д.

Применительно к аппаратным средствам различают первоначальное тестирование (bringup), компонентное, нагрузочное и т.д. В отличие от тестирования программных модулей для проведения тестирования аппаратных средств могут потребоваться различные модификации плат и компонентов, например, добавление перемычек, контрольных точек, отладочных коннекторов [2] и т.д. Дополнительно можно выделить тестирование FPGA элементов, которое можно проводить аналогично тестированию ПО. Примером такого вида тестирования может служить мутационное тестирование [3].

Несмотря на разнообразие видов, методик и алгоритмов тестирования, ввиду возрастающей сложности программно-аппаратных модулей процесс тестирования сталкивается с множеством проблем. В частности, некоторые условия, приводящие к некорректной работе (или её аварийному завершению) программных компонентов, могут быть или трудно воспроизводимы на лабораторных стендах, или вовсе невозможны, как, например, при нагрузочном тестировании сетевых операционных систем и сетевого оборудования. Здесь генерируемый трафик зачастую является синтетическим и достаточно сильно отличается от реального. Однако именно на реальном трафике могут воспроизводиться те или иные проблемы.

Также сложности возникают при тестировании многопоточного ПО, в котором множество ошибок может возникать вследствие порчи области памяти, динамически выделенной для хранения тех или иных структур данных.

В докладе рассматриваются особенности тестирования современных программно-аппаратных модулей, а также возникающие в процессе тестирования проблемы и возможные варианты их решения.

Библиографический список

1. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Технологии разработки программного обеспечения. СПб.: Питер, 2021. 608 с.
2. Несколько слов о тестировании сложных аппаратных комплексов // Habr URL: <https://habr.com/ru/companies/yadro/articles/335306/> (дата обращения: 28.10.2025).
3. Кожевников Д.С., Увайсов С.У. ПРИМЕНЕНИЕ МУТАЦИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ // НАУКА И ИННОВАЦИИ XXI ВЕКА Материалы III Всероссийской конференции молодых ученых. Том I. 2016. - Сургут: Сургутский государственный университет, 2016. - С. 92-93.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ВИДЕОАНАЛИТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Н.А. Соколов, С.В. Скворцов

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) широко применяются для решения различных прикладных задач, связанных с обработкой изображений и видеоданных [1, 2]. В работе представлена разработка интеллектуальной системы контроля доступа на основе ИИ, включающей интеграцию IP-камер по протоколу RTSP, детекцию людей с помощью дообученной модели YOLO и улучшение качества

лицевых изображений методами суперразрешения (SRGAN, MRRNet, HIME). Система автоматически фиксирует время инцидентов в базе данных и отправляет пользователю уведомления с изображением нарушителя через мессенджеры.

Современные требования в области безопасности предполагают внедрение автоматизированных систем контроля доступа, способных оперативно реагировать на попытки несанкционированного проникновения и надёжно фиксировать соответствующие события. Цель состоит в создании программного обеспечения, которое соответствует указанным требованиям и обеспечивает выполнение следующих функций.

1. Позволяет подключаться к IP-камерам пользователей и задавать область, на которой следует производить реагирования на инциденты.
2. Выполняет детекцию силуэтов людей, попадающих в охраняемую зону, с помощью компьютерного зрения.
3. Фиксирует дату и время события в подключенной базе данных.
4. Отправляет уведомление в мессенджер с фотографией правонарушителя владельцу охраняемой территории и сопутствующей информацией.
5. Позволяет улучшать качество изображений лиц с помощью технологий улучшения изображений лиц (SRGAN, MRRNet [3], HIME [4]).

При этом система должна быть интуитивно понятна в использовании и представлять удобный интерфейс взаимодействия с пользователем через автоматизированный диалог в мессенджере.

Для реализации поставленной задачи предполагается использовать несколько следующих технологий и методов.

Подключение к IP камерам. Для подключения к IP-камерам будет применяться стандартный протокол RTSP (Real-Time Streaming Protocol), обеспечивающий получение видеопотока в реальном времени и позволяющий осуществлять непрерывный мониторинг охраняемой территории.

Нейронные сети для детекции лиц. В системе будет применяться дообученная модель YOLO [5] (You Only Look Once), которая обеспечивает высокую скорость и точность обнаружения объектов. Эта модель будет адаптирована для детекции людей, в том числе в ночное время суток с использованием инфракрасной подсветки, что позволит эффективно выявлять присутствие людей в охраняемой зоне, даже ночью.

Система учета времени и уведомлений, которая будет фиксировать дату и время, когда человек вошел в охраняемую зону. Для хранения информации о всех инцидентах предусмотрена разработка базы данных, а уведомления будут отправляться через мессенджеры с использованием API соответствующих сервисов.

Улучшение качества изображений. Для повышения качества изображений лиц могут быть использованы несколько методов: SRGAN (Super-Resolution Generative Adversarial Network) - позволяет восстанавливать детали изображений при увеличении разрешения; MRRNet - модель, ориентированная на улучшение лицевых изображений; HIME (Headshot Image Super-Resolution with Multiple Exemplars) - использует несколько образцов для повышения качества изображения. Это позволит идентифицировать лицо человека, который попал в зону действия зоны охраны.

В качестве заключения следует указать, что разработка программного обеспечения для системы контроля доступа на основе ИИ представляет собой актуальную задачу в области современной безопасности. Применение нейросетей для детекции людей и методов суперразрешения (SRGAN, MRRNet, HIME) повышает точность и информативность фиксации инцидентов, а интеграция с мессенджерами через API обеспечивает оперативное оповещение пользователя. Автоматизация мониторинга,

анализа и уведомлений минимизирует человеческий фактор, формируя масштабируемую и адаптивную систему защиты для частных и коммерческих объектов. Возможным направлением развития работы может быть применение методов ИИ для мониторинга и анализа аудиоданных [6] в системе контроля доступа.

Библиографический список

1. Спицын С.В., Румянцев С.С. Обнаружение дефектов керамических покрытий мелкогабаритных изделий с использованием сверточных нейронных сетей для промышленного контроля качества // Вестник РГРТУ. 2025. № 93. С. 83-91.
2. Кривошеев А.В. Сопряжение мультиагентных и нейросетевых технологий в программной системе распознавания образов для роботизированного документооборота // Вестник РГРТУ. 2024. № 87. С. 54-61.
3. Weikang Huang, Shiyong Lan, Wenwu Wang, Xuedong Yuan, Hongyu Yang, PiaoYang Li, and Wei Ma. Face super-resolution with spatial attention guided by multiscale receptive-field features // International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN 2022). Springer, 2022. pp. 145–157.
4. Xiaoyu Xiang, Jon Morton, Fitsum A. Reda, Lucas D. Young, Federico Perazzi, Rakesh Ranjan, Amit Kumar, Andrea Colaco, Jan P. Allebach. HIME: Efficient headshot image super-resolution with multiple exemplars // Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV). 2023. pp. 1694-1704.
5. Rahima Khanam, Muhammad Hussain. YOLOv11: An Overview of the key architectural enhancements // Huddersfield University, UK. 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.17725>
6. Ю. Л. Леохин, Т.Д. Фатхулин, М. В. Ментус. Разработка и применение методов распознавания зашумленных аудиофайлов посредством нейросетевых технологий // Вестник РГРТУ. 2024. № 88. С. 65-73.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛЕЙ

Д.А. Ушко, Д.Г. Дергунов

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данном докладе проводится сравнительный анализ наиболее известных графических редакторов для создания 3D моделей. На их примере рассматриваются основные функции, особенности, назначения и сферы применения графических редакторов.

Blender – бесплатное программное обеспечение для создания и редактирования трехмерной графики. Программа справляется с анимацией и реалистичными ландшафтами, но уступает в скульптинге персонажей.

Основные функции включают: поддержку различных методов моделирования, создание и настройку материалов и текстур, анимацию, рендеринг.

Blender широко используется, имеет много руководств и обучения и активное сообщество, благодаря которому он имеет массу подключаемых модулей для удобства моделирования. Его ценят за многофункциональность и Доступность и считают одним из самых универсальных инструментов для создания и работы с 3D моделями. [2] Программа имеет встроенную поддержку русского языка.

ZBrush – стандарт индустрии в области цифрового скульптинга. По сравнению с другими графическими редакторами, ZBrush сфокусирован на проработке деталей моделей. Его можно использовать в сочетании с другими программами для 3D-моделирования и анимации, такими как Maya, Blender и 3ds Max.

Из минусов можно отметить: ограниченные возможности анимации по сравнению с другими графическими редакторами; сложность освоения пользователями без профильных художественных навыков.

Cinema 4D — популярный инструмент для 3D-моделирования, рендеринга и анимации, разработанный компанией Maxon. Программу применяют для создания фотореалистичных и стилизованных объектов, персонажей, окружения, абстрактных композиций. Её преимущественно используют в дизайне, киноиндустрии и рекламе.

Особенности: Поддержка различных методов моделирования, рендеринг, скульптинг, использование текстур, анимация, симуляция.

Интерфейс Cinema 4D считается более простым, чем у 3ds Max и Maya – благодаря этому профессиональный софт доступен для быстрого освоения. При этом возможностей у Cinema 4D гораздо больше, чем у Blender. Есть русский интерфейс. [1]

Среди минусов Cinema 4D – ограниченные возможности интеграции с другими программами по сравнению с тем же Blender. Также лицензионная версия довольно дорогая.

Таким образом, можно сказать, что наиболее оптимальным графическим редактором, обладающим наибольшим потенциалом и полнотой инструментов, является Blender. Для более специфичных задач и постоянной работы на профессиональном уровне, в свою очередь, подойдут такие графические редакторы, как Cinema 4D и ZBrush.

Библиографический список

1. Обзор 10 лучших программ для 3D-моделирования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://3dclub.com/blog/top-programm-dlya-3dmodelirovaniya>.
2. Сравнительный анализ свободного программного обеспечения для 3D моделирования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nsktvs.ru/node/49>.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПАЯЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ФЛЮСОВ

А.Д. Чижев

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данном докладе рассматриваются паяльные материалы, их разновидности, особенности, преимущества и недостатки.

Качество монтажа электронных средств напрямую зависит от правильного выбора паяльных материалов и флюсов, что определяет надежность и долговечность радиоэлектронной аппаратуры [1]. В условиях развития бессвинцовой технологии и миниатюризации компонентов актуальной задачей становится сравнительный анализ современных материалов для пайки.

К основным критериям оценки паяльных материалов относятся: температура плавления, механическая прочность паяного соединения, коррозионная активность, электропроводность и стоимость. Свинцовосодержащие припои (например, ПОС-61)

традиционно обеспечивают высокую надежность соединения, однако их применение ограничено директивами RoHS. Бессвинцовые аналоги (SAC305, Sn-Cu-Ni) требуют более высоких температур пайки, но отличаются экологической безопасностью [2].

Флюсы играют ключевую роль в процессе пайки, обеспечивая удаление оксидных пленок и улучшая смачиваемость поверхностей. В исследовании планируется сравнивать:

- Канифольные флюсы (RMA, RA)
- Водорастворимые флюсы (OA)
- No-clean флюсы

Для ответственных соединений оптимальны активированные канифольные флюсы в сочетании с припоем ПОС-61. Для монтажа компонентов с шагом выводов менее 0.5 мм предпочтительны no-clean флюсы с бессвинцовыми припоями SAC305. Водорастворимые флюсы демонстрируют высокую активность, но требуют тщательной отмывки.

Перспективы развития паяльных материалов связаны с созданием низкотемпературных композиций для термочувствительных компонентов и нанопористых припоев для улучшения механических характеристик соединений.

Проведенный анализ подтверждает, что выбор паяльных материалов определяется конкретными производственными задачами и требованиями к конечной продукции. Для традиционных применений остаются востребованными свинцовосодержащие припои, тогда как в современных условиях доминируют бессвинцовые составы и специализированные флюсы, соответствующие экологическим стандартам и требованиям миниатюризации. Основные перспективы развития отрасли связаны с созданием новых материалов — низкотемпературных композиций и припоев с улучшенными механическими свойствами, что будет способствовать повышению надежности и технологичности производства электронных средств.

Библиографический список

1. IPC J-STD-004B Requirements for Fluxes [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ipc.org/standard/ipc-j-std-004b> (дата обращения: 04.10.2025).
2. Kester Solder: Materials Science [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kester.com/materials-science> (дата обращения: 06.10.2025).
3. Медведев, А. М. Бессвинцовая технология монтажа электронных средств / А. М. Медведев // Технологии в электронной промышленности. – 2019. – № 4. – С. 45–52.
4. Пестряков, К. А. Технология производства электронных средств: учебник для вузов / К. А. Пестряков. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2020. – 420 с.
5. Смирнов, В. Л. Контроль качества паяных соединений в электронной технике / В. Л. Смирнов // Датчики и системы. – 2021. – № 3. – С. 78–85.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ В САПР SPRINT LAYOUT

М.А. Чиняев, Н.В. Щербаков

Научный руководитель – Тобратов Ю.М., ст. преподаватель

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данном докладе рассмотрены основные этапы проектирования печатного узла в САПР Sprint Layout.

Sprint-Layout является простым в использовании программным обеспечением для разработки односторонних, двусторонних и многослойных печатных плат (PCB). Программное обеспечение включает в себя все функции, которые необходимы для разработки платы. Используются даже такие профессиональные возможности, как Экспорт файлов Gerber и Экспорт файлов фрезеровки, в то время как трассировка проводников в Sprint-Layout осталась, в основном, ручная, [1].

В данном ПО можно выделить как плюсы (например: низкий порог входа и быстрое освоение, удобный ручной инструмент для трассировки т.д.), так и минусы (например: отсутствие встроенного схемотехнического редактора, нет встроенной функции автотрассировки и т.д.).

Sprint Layout можно считать одним из лучших инструментов в своем классе для радиолюбителей и инженеров, работающих над созданием прототипов и серийных изделий начального и среднего уровня сложности.

Sprint Layout показывает свою эффективность для быстрого и качественного решения задач по разводке печатных плат средней сложности. Её интуитивно понятный интерфейс и ориентация на ручную трассировку позволяют инженеру полностью контролировать процесс, принимая оптимальные решения по компоновке и размещению проводников.

К этапам проектирования печатных узлов относятся:

1. Подготовка и создание схемы.
2. Создание корпусов компонентов (библиотеки).
3. Компоновка элементов на плате.
4. Трассировка печатных проводников.
5. Контроль качества.
6. Создание файла для производства.

Замечания:

- Для начала рекомендуется предварительно нарисовать схему в другой программе (например, sPlan, KiCad) или вручную.
- Перед началом разводки необходимо убедиться, что все используемые компоненты есть в библиотеке (макросы). Если корпус отсутствует, его необходимо создать.
- Трассировка выполняется вручную, так как в Sprint Layout отсутствует автотрассировка.

Таким образом, в докладе было разобрано, что из себя представляет САПР Sprint Layout, и выделены основные этапы проектирования печатных узлов в данном ПО.

Библиографический список

1. Спринт-Лаёт 6.0 / Sprint Layout 6.0: руководство пользователя [Электронный ресурс] // Radio-Hobby.org: портал для радиолюбителей. – URL: <https://radio-hobby.org/modules/instruction/sprint-layout-6/sprint-layout-60#instrmenu> (дата обращения: 20.10.2023). – Текст: электронный.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

А.С. Шапоренко

Научный руководитель – Митрошин А.А., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Автоматизация проектирования печатных плат играет ключевую роль в современной электронной промышленности. Одной из ключевых задач автоматизированного проектирования является автоматическое соединение компонентов платы проводниками таким образом, чтобы минимизировать затраты на производство и обеспечить требуемые электрические характеристики устройства. Сложность заключается в большом количестве потенциальных вариантов разводки соединений и необходимости учитывать ряд ограничений, включая плотность монтажа, минимальное расстояние между дорожками и переходными отверстиями, максимальную длину пути и электрическую целостность сигнала.

На данный момент существует множество различных алгоритмов позволяющих трассировать печатные платы, такие алгоритма обычно используют одну из двух основных концепций: эвристический подход и детерминированный подход [1].

Эвристические методы основаны на упрощенных правилах и приближениях, позволяющих уменьшить сложность задачи, но при высокой скорости расчетов и нахождения удовлетворительного решения они не могут гарантировать оптимальное решение, а также при сложных конфигурациях платы возможны конфликты между маршрутами. Детерминированные методы основываются на полном анализе пространства решений и обеспечивают получение глобально оптимальных маршрутов. Но они имеют высокие требования к ресурсам вычислительных устройств, а именно памяти и машинного времени.

В данном докладе предлагается иной алгоритм трассировки печатных плат. Основным его отличием является хранение всех возможных простых маршрутов между любыми двумя контактами печатной платы в базе данных с последующим извлечением оптимальных трасс. Что позволяет быстро и эффективно находить решение задачи трассировки печатных плат и повторное использование хранящихся данных.

Работу алгоритма можно описать следующим образом:

1. Подготовка исходных данных (информации об устройстве)

На данном этапе алгоритма находятся все соседи каждого контакта, то есть создается матрица смежности соседей, можно отметить, что данная структура данных не является эффективной для данной задачи и возможно использование более эффективных структур данных. Учитываются такие параметры устройства, как длина и ширина, количество слоёв ≥ 1 , а также способ поиска соседей, т.е. являются ли диагональные контакты соседними.

2. Нахождение всех возможных простых маршрутов между всеми парами контактов

Перебираются все возможные пары контактов и осуществляется поиск между ними всех простых маршрутов. Тут под простым маршрутом подразумевается маршрут, где каждая вершина (контакт) входит в него не более одного раза. Для это самым оптимальным будет использование алгоритма поиска в глубину – DFS (depth-first search) [2].

3. Хранение всех простых путей в базе данных

После получения всех простых путей на предыдущем этапе возникает проблема последующего нахождения оптимальных маршрутов, а также постоянный пересчёт всех простых путей для одинаковых исходных данных. Решением данной проблемы

является хранение полученных результатов на предыдущем этапе в базе данных. Это позволит решать задачу трассировки для одинаковых исходных данных устройства при разной компоновке элементов.

4. Выбор оптимальных трасс

Данный этап подразумевает извлечение из базы данных оптимальных маршрутов, с учётом необходимых ограничений. Здесь вся основная задача основывается на работе базы данных, поиск, а также учёт пересечения маршрутов осуществляется в ней. Конечным результатом будет набор кортежей с оптимальным решением задачи трассировки, который в последствии будет обработан необходимым образом.

Реализация данного алгоритма позволяет эффективно решать задачу трассировки печатных плат. Эффективность подтверждается множественным использованием подготовленных данных хранящихся в базе данных для разных компоновок одной и той же печатной платы, т.е. одинаковой размерности и количества слоев, а также учета диагональных соседей контактов.

Недостатком может являться большое потребление памяти и машинного времени при первом запуске для определенных исходных данных. Для оптимизации хранения могут использовать различные типы данных и функционал базы данных, к примеру PostgreSQL имеет расширение LTree [3, 4], которое разработано для эффективной организации, хранения и управления деревьями иерархии объектов.

Библиографический список

1. Селютин В.А. Машинное конструирование электронных устройств. М., «Сов. радио», 1977, 384 с.
2. Скворцов С.В., Орехов В.В. Данные и алгоритмы в программном обеспечении САПР: учеб. пособие / С.В. Скворцов, В.В. Орехов; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. - Рязань, 2009. - 88 с
3. Деревья ltree в PostgreSQL – простым языком [Электронный ресурс] <https://habr.com/ru/articles/774324/>

Секция 6. АППАРАТНО – ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА
С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Н.С. Аверин

Научный руководитель – Устюков Д.И., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается задача автоматизированного анализа состояния дорожного полотна на основе изображений, полученных с бортовых камер транспортных средств или беспилотных авиационных систем. Основная цель работы – повышение эффективности выявления дефектов покрытия, таких как выбоины, трещины, неровности и разрушения асфальта, с использованием современных методов компьютерного зрения и нейронных сетей.

Состояние дорожного полотна напрямую влияет на безопасность движения и срок эксплуатации транспортных средств. Традиционные методы контроля – визуальный осмотр и ручная оценка – требуют значительных временных и трудовых затрат и подвержены человеческому фактору. Применение нейросетевых алгоритмов позволяет автоматизировать процесс мониторинга и обеспечить его высокую точность и регулярность.

Для анализа используются изображения, полученные с видеорегистраторов или дронов, с последующей обработкой при помощи сверточных нейронных сетей (CNN). Нейросеть, обученная на размеченных данных, осуществляет детекцию дефектов (рисунок 1) и классифицирует их.

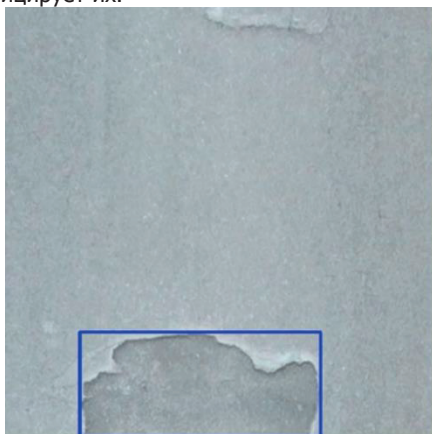


Рисунок 1 – Пример работы

Автоматический анализ дорожного покрытия позволяет формировать цифровую карту дефектов и оценивать их динамику во времени. Это открывает возможности для внедрения систем «умного дорожного мониторинга», прогнозирования необходимости ремонта и оптимизации распределения ресурсов на дорожные работы.

Для оценки качества работы будут использованы следующие метрики:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}, \quad Recall = \frac{TP}{TP + FN}, \quad F1 = \frac{2 * Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

TP – верно найденные дефекты,

FP – ложные срабатывания,

FN – пропущенные дефекты.

Подводя итог можно заявить, что применение нейронных сетей для анализа дорожного полотна позволяет существенно сократить время диагностики и повысить объективность оценки. Алгоритмы компьютерного зрения могут стать основой интеллектуальных систем мониторинга дорог, обеспечивая своевременное обнаружение дефектов и прогнозирование необходимости ремонта.

Библиографический список

1. Кузнецов С.В., Иванов П.Н. Применение сверточных нейронных сетей для анализа состояния дорожного полотна // Вестник транспортных технологий. – 2024. – №3. – С. 45–52.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press, 2016. – 775 p. – ISBN 9780262035613.
3. ГОСТ Р 50597–2017. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию.
4. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Н63 Глубокое обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 480 с.: ил.

АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ОТЧЕТНОСТИ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПЛАТФОРМЫ ODANT

А.А. Агеев

Научный руководитель - Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Развитие российского рынка информационных технологий в условиях импортозамещения и санкционных ограничений требует создания отечественных решений, способных обеспечить надежный сбор и консолидацию отчетности. В данном исследовании рассматривается архитектура информационной системы, построенной на технологической платформе ODANT, которая предлагает принципиально новый подход к организации хранения и обработки данных.

Основой решения является объектно-ориентированная модель данных с поддержкой сложных древовидных структур неограниченной вложенности. Данная модель позволяет эффективно описывать иерархические связи и табличные представления, что особенно важно при работе с отчетными формами сложной структуры. Важным преимуществом платформы является интеграция в классы функций хранения, типизации и бизнес-логики, что обеспечивает целостность и согласованность данных.

Архитектура системы предусматривает использование доменной организации данных, где каждый домен представляет собой логически изолированный контейнер с собственной системой безопасности. Выделяются домены трех типов: разделы, сервисы и компоненты, что позволяет эффективно разделять функциональность и данные между различными подразделениями организации. Уникальная система

идентификации на основе 15-значных кодов и иерархических путей обеспечивает однозначное определение местоположения любого элемента в распределенной сети.

Система поддерживает построение распределенных бизнес-сетей, объединяющих физические хосты с сохранением единого информационного пространства. Динамическое формирование пользовательских конфигураций на основе прав доступа обеспечивает гибкость и безопасность системы. Для хранения данных используется бинарный формат ODB, а для работы с данными применяется стандартный язык запросов XQuery, что гарантирует совместимость и переносимость решения.

Предлагаемая архитектура демонстрирует значительный потенциал отечественной платформы ODANT для создания масштабируемых и безопасных систем корпоративного уровня. Унифицированный доступ через REST API с глобальной адресацией обеспечивает простоту интеграции с существующими информационными системами. Дальнейшее развитие проекта предполагает расширение функциональных возможностей платформы и адаптацию решения для различных отраслей экономики.

РАЗРАБОТКА TOTP-ТОКЕНА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ АУТЕНТИФИКАЦИИ

И.И. Антонов

Научный руководитель – Головнин О.К., д.т.н., доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Технология одноразовых паролей на основе времени (TOTP) является одним из наиболее надёжных методов двухфакторной аутентификации (2FA), используемым для защиты информационных систем от несанкционированного доступа [1]. В отличие от SMS- и event-ориентированных паролей, TOTP не требует внешних каналов связи и обеспечивает устойчивость к атакам повторного воспроизведения благодаря ограниченному временному окну действия кода.

В работе разработан аппаратный прототип TOTP-токена на базе микроконтроллера Arduino Nano, модуля часов реального времени DS3231 и OLED-дисплея SSD1306. Программная часть реализует алгоритм генерации одноразовых паролей согласно международному стандарту RFC 6238 с применением криптографической функции HMAC-SHA1. Секретный ключ хранится локально, а отображение кодов осуществляется в реальном времени на OLED-дисплее.

Созданный токен интегрирован с системой аутентификации социальной сети ВКонтакте, что позволило подтвердить совместимость устройства с существующей инфраструктурой TOTP-проверки. Проведён анализ преимуществ решения: автономность, низкая себестоимость, независимость от смартфона и операторов связи.

Перспективы развития аппаратного TOTP-токена связаны с его интеграцией в корпоративные и государственные системы аутентификации, где требуется автономность и высокая степень защиты. Устройство может применяться для входа в корпоративные VPN, облачные сервисы и системы управления доступом. Дальнейшие модернизация позволят повысить надёжность, эргономику и расширить область применения устройства в системах информационной безопасности.

Результаты работы показывают, что аппаратная реализация TOTP-токена является эффективной альтернативой мобильным приложениям для 2FA. Разработанное устройство сочетает в себе надёжность, низкую стоимость и удобство эксплуатации,

что делает его перспективным решением для персональной и корпоративной информационной безопасности.

Библиографический список

1. D. M'Raihi, S. Machani, M. Pei и J. Rydell TOTP: Time-Based One-Time Password Algorithm (RFC 6238) / D. M'Raihi. // Internet Engineering Task Force. – 2011. – С.16.
2. Arduino.cc. Arduino Nano Documentation. — URL: <https://docs.arduino.cc/hardware/nano>
3. Maxim Integrated. DS3231 Real-Time Clock Datasheet. — URL: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS3231.pdf>

ЧЕМ ОБУСЛОВЛЕНА ПОПУЛЯРНОСТЬ LLM НЕЙРОСЕТЕЙ

П.Р. Ахадов

Научный руководитель — Гринченко Н.Н., д.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются исторические, архитектурные и технологические факторы, обусловившие взрывную популярность больших языковых моделей (LLM) в последние годы.

Проведен краткий экскурс в историю развития нейронных сетей — от перцептронов 60-х годов XX века до современных сложных архитектур.

Проанализирована эволюция архитектур нейросетей: от многослойных перцептронов (MLP) и свёрточных сетей (CNN) к рекуррентным нейронным сетям (RNN) и, наконец, к архитектуре Трансформер.

Особое внимание уделено ключевым особенностям архитектуры Трансформер, ставшим фундаментом для LLM:

- Параллелизм обработки данных, в отличие от последовательных RNN.
- Масштабируемость, позволяющая эффективно обучать модели на сотнях миллиардов параметров [1].
- Расширенный контекст, обрабатываемый с помощью механизма внимания, что позволяет модели учитывать взаимосвязи между далеко отстоящими словами [2].

Объяснено, что LLM — это модель трансформер [3], обученная на колоссальных массивах текстовых данных, что позволяет ей использовать потенциально все знания человечества. Сочетание архитектуры и объема доступных для использования данных привело к превосходству LLM в задачах генерации и понимания текста.

Рассмотрены перспективы дальнейшего развития LLM нейросетей, такие как: расширение мультимодальности, снижение количества потребляемых ресурсов, снижение числа галлюцинаций.

Библиографический список

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. — MIT Press, 2016. <https://www.deeplearningbook.org/>
2. Vaswani, A. et al. Attention Is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS). — 2017. <https://proceedings.neurips.cc/paper/files/paper/2017/file/3f5ee243547dee91fbd053c1c4a845aa-Paper.pdf>

3. Devlin, J. et al. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding // Proceedings of NAACL-HLT. — 2019. — P. 4171–4186.
<https://arxiv.org/pdf/1810.04805>

СОВРЕМЕННЫЕ ДВИЖКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

О.Б. Безверхний

Научный руководитель – Буряченко В.В., доцент кафедры ИБТ
**Сибирский государственный университет науки и технологий
 имени академика М.Ф. Решетнева**

Современная игровая индустрия развивается стремительными темпами, и ключевым инструментом в создании интерактивных проектов сегодня являются игровые движки. Игровой движок – это программный комплекс, предназначенный для разработки видеоигр, включающий в себя подсистемы рендеринга, физики, анимации, звука, искусственного интеллекта и интерфейса.

Выбор движка определяет не только производительность и качество итогового продукта, но и скорость разработки, стоимость проекта и возможности масштабирования. Среди наиболее востребованных движков выделяют *Unity*, *Unreal Engine* и *Godot*, используя информацию из источников [1-3] рассмотрим основные возможности и выявим недостатки данных движков.

Unity – один из самых распространённых инструментов для создания игр, разработанный компанией *Unity Technologies*. Основным преимуществом *Unity* является его универсальность: движок поддерживает как 2D, так и 3D-разработку, работает на множестве платформ – от персональных компьютеров и консолей до мобильных устройств и VR/AR-систем. *Unity* обладает развитым магазином ассетов, где доступны тысячи готовых моделей, текстур, эффектов и скриптов, что значительно ускоряет процесс разработки. Благодаря относительно низкому порогу входа и поддержке языка C#, *Unity* стал одним из лучших выборов для начинающих разработчиков, но при создании проектов уровня AAA, *Unity* требует серьёзной оптимизации и глубоких технических знаний.

Unreal Engine, разработанный компанией *Epic Games*, широко используется в индустрии профессиональной разработки игр, особенно на уровне AAA-проектов. Главной особенностью движка является выдающееся качество визуализации, поддержка фотореалистичного освещения и продвинутая физическая модель. *Unreal Engine* основан на языке C++ и имеет систему визуального программирования *Blueprint*, позволяющую проектировать игровую логику без написания кода. Вместе с тем *Unreal* имеет довольно высокий порог входа: освоение системы требует времени и серьёзной подготовки. Лицензионная модель *Unreal* предполагает бесплатное использование до определённого уровня дохода, однако после его превышения разработчик обязан выплачивать 5 % роялти с прибыли.

Godot – относительно молодой, но стремительно развивающийся движок с открытым исходным кодом. Он распространяется по лицензии MIT и полностью бесплатен для любых целей. *Godot* отличается лёгкостью освоения, что делает его популярным выбором среди инди-разработчиков и студентов. Архитектура движка построена на системе сцен и узлов, что обеспечивает гибкость и модульность при проектировании. Для скриптинга используется язык *GDScript*, по синтаксису схожий с Python, а также C# и C++. *Godot* особенно эффективен в 2D-разработке, где он обеспечивает высокую производительность при минимальных требованиях. Однако в

области 3D-графики *Godot* пока уступает более крупным конкурентам. Кроме того, движок имеет меньше готовых ассетов и плагинов, чем *Unity* или *Unreal*, что может увеличивать время разработки.

Результаты сравнения рассмотренных игровых движков представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты сравнения *игровых движков*

Критерий сравнения	<i>Unity</i>	<i>Unreal Engine</i>	<i>Godot</i>
Язык	C#	C++ / <i>Blueprint</i>	<i>GScript</i> / C# / C++
Тип лицензии	В зависимости от дохода проекта	Бесплатно + роялти 5 % после \$1 млн	Полностью бесплатная (<i>MIT</i>)
Поддержка платформ	ПК, мобайл, <i>VR/AR</i> , консоли, веб	ПК, консоли, <i>VR/AR</i>	ПК, мобайл, веб
Порог входа	Низкий – средний	Высокий	Низкий
Производительность	Высокая	Очень высокая	Высокая
Основная специализация	Отличная	Простая и понятная	Подробная, но объёмная
Требования к оптимизации	Средние	Очень высокие	Низкие

Сравнение показывает, что *Unity* представляет собой универсальный инструмент, оптимальный для кроссплатформенных и инди-проектов. *Unreal Engine* – решение профессионального уровня, ориентированное на создание графически сложных игр. *Godot* – гибкий и открытый движок, идеально подходящий для обучения и малобюджетных разработок.

Таким образом, выбор конкретного движка определяется особенностями проекта и целями команды.

Библиографический список

1. Хокинг, Д. *Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C# / Д. Хокинг.* – Санкт-Петербург: Питер, 2023. – 448 с.
2. Ромеро, М. *Blueprints. Визуальный скриптинг игр в Unreal Engine 5/ М. Ромеро, Б. Сьюеэлл.* – Санкт-Петербург: Питер, 2025. – 512 с.
3. *Godot: официальный сайт.* – URL: <https://godotengine.org>.

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАШБОРДОВ ДЛЯ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ

В.О. Бекренев, С.М. Меркулова

Научный руководитель — Хруничев Р.В., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются вопросы проектирования и интеграции интеллектуального модуля автоматического анализа дашбордов, предназначенного для применения в системах бизнес-аналитики и управленческой отчётности.

Предложен подход к созданию ИИ-компонента, обеспечивающего извлечение инсайтов из визуализаций в реальном времени, с последующей генерацией текстовых

отчётов на естественном языке [1]. Реализация системы направлена на повышение скорости анализа данных и сокращение ошибок при интерпретации бизнес-метрик.

В процессе разработки выполнено проектирование архитектуры системы, включающей:

- подсистему компьютерного зрения (модели нейронных сетей для детекции и классификации типов графиков) [2];
- модуль обработки изображений с использованием OpenCV для анализа визуализаций [2];
- NLP-модуль (генерация текстовых выводов на основе извлечённых данных) [3];
- модуль локального хранения и управления историей анализов.

Для реализации использован стек технологий:

- Python (TensorFlow, PyTorch, OpenCV, Hugging Face) — для AI-компонентов;
- React — для веб-интерфейса [4];
- Java — создание API;
- PostgreSQL — для хранения пользовательских данных и метаданных;
- Redis — для кэширования и управления сессиями.

Рассмотрены вопросы оптимизации моделей для работы с гетерогенными данными дашбордов через квантование и преобразование в формат ONNX. Проведена оценка производительности и точности распознавания на выборке корпоративных дашбордов из различных BI-систем.

Также в работе описана архитектура взаимодействия системы с внешними платформами (BI-системы и ERP-платформы), структура API и последовательность обмена данными.

Предложенная система может быть интегрирована в решения для автоматизированной бизнес-аналитики, системы управления эффективностью и инструменты поддержки принятия решений, что позволит повысить уровень аналитической зрелости организаций и снизить операционную нагрузку на аналитический персонал.

Библиографический список

1. Brown, T.B., Mann, B., Ryder, N., et al. Language Models are Few-Shot Learners // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2020. — Vol. 33. — P. 1877-1901.
2. Bradski, G. The OpenCV Library // Dr. Dobb's Journal of Software Tools. — 2000. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.tensorflow.org/lite> . — Дата доступа: 04.11.2025.
3. Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., Toutanova, K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding // arXiv:1810.04805. — 2018.
4. FastAPI Documentation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://fastapi.tiangolo.com>. — Дата доступа: 04.11.2025.

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ШКОЛЬНОГО РАСПИСАНИЯ

Е.Ю. Беляев

Научный руководитель – Челебаев С.В., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Введение

В докладе представлена декомпозиция процесса IDEF0 для информационной системы (ИС) автоматизированного формирования школьного расписания. Разработка выполнена на кафедре автоматизированных систем управления Рязанского государственного радиотехнического университета имени В.Ф. Уткина. Цель — создание модели для оптимизации расписания с учетом санитарных норм (СанПиН), занятости учителей, доступности кабинетов и учебных планов.

Методология и подход

Для моделирования процессов выбрана методология IDEF0 [1]. Контекстная диаграмма (A-0) определяет:

- **Входы:** данные о классах, учителях, кабинетах, предметах, расписании звонков, учебных планах и ограничениях (например, СанПиН).
- **Выходы:** сформированное расписание.
- **Механизм:** программное обеспечение с алгоритмами оптимизации.
- **Управление:** требования к минимизации конфликтов (например, пересечение занятий у одного учителя), равномерному распределению учебной нагрузки и соблюдению нормативных актов.

Декомпозиция процесса

Процесс разделен на пять подфункций (диаграмма A0):

1. **A1 – Сбор данных:** сбор информации о предметах, преподавателях, классах и ресурсах (кабинеты) завучем, учителями и классными руководителями (ограничения, предпочтения).
2. **A2 – Подготовка ограничений:** формирование правил на основе санитарных норм (например, 6 уроков для младших классов), нагрузки учителей (до 36 часов) и доступности кабинетов.
3. **A3 – Формирование расписания:** автоматизированное построение расписания осуществляется с использованием оптимизационных алгоритмов.
4. **A4 – Подтверждение:** проверка завучем и утверждение директором.
5. **A5 – Распространение расписания:** утвержденное расписание доводится до участников образовательного процесса — учителей, учащихся и родителей — через публикацию на официальном сайте школы, в электронных дневниках и в печатной форме (например, на информационных досках).

Каждый блок детализирован на более низкие уровни. Например, блок A3 декомпозируется на три этапа:

- 1) **A3.1 – Запуск алгоритма:** генерация предварительного варианта расписания на основе всех введенных данных и ограничений.
- 2) **A3.2 – Проверка и корректировка:** анализ на нарушения (например, пересечение занятий) с ручной или автоматической корректировкой.
- 3) **A3.3 – Сохранение финального расписания:** сохранение утвержденного расписания в базе данных для дальнейшего использования и интеграции с другими системами (например, электронными дневниками).

Визуализация процесса

На основе предоставленных IDEF0-диаграмм процесс моделирования представлен следующим образом:

Диаграмма А-0 (рисунок 1): контекстная диаграмма показывает основной процесс «Составление школьного расписания» с входами (данные о классах, учебный план, данные об учителях) и выходами (утвержденное расписание в электронном и печатном виде). Управление осуществляется через санитарно-эпидемиологические требования, а механизмом выступает программное обеспечение. Участники — завуч (ввод данных) и директор (утверждение).

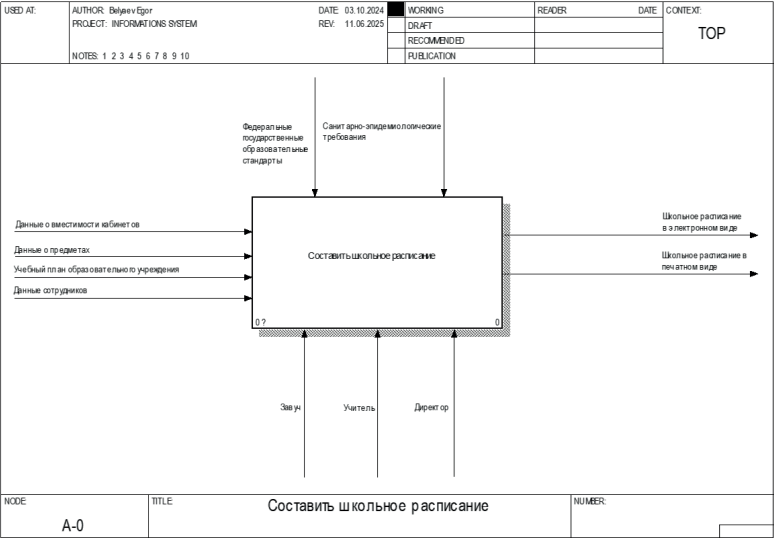


Рисунок 1 – IDEF0-диаграмма нулевого уровня (А-0) – контекстная диаграмма процесса

Диаграмма А-1 (рисунок 2): декомпозиция процесса на пять блоков (А1–А5) с четким указанием последовательности: ввод данных → подготовка ограничений → формирование расписания → подтверждение → распространение.

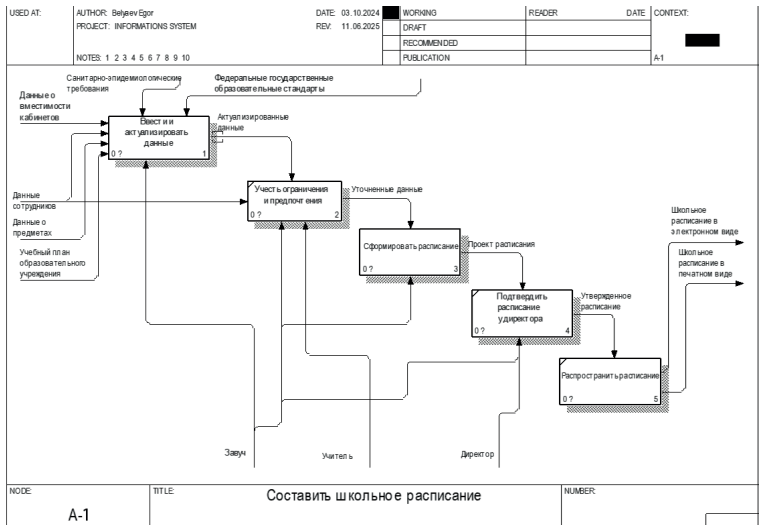


Рисунок 2 – IDEF0-диаграмма первого уровня (A-1) – декомпозиция процесса

Диаграмма A-2 (рисунок 3): детализация блока A3 с тремя подэтапами (A3.1–A3.3), показывающими этапы генерации, проверки и сохранения расписания.

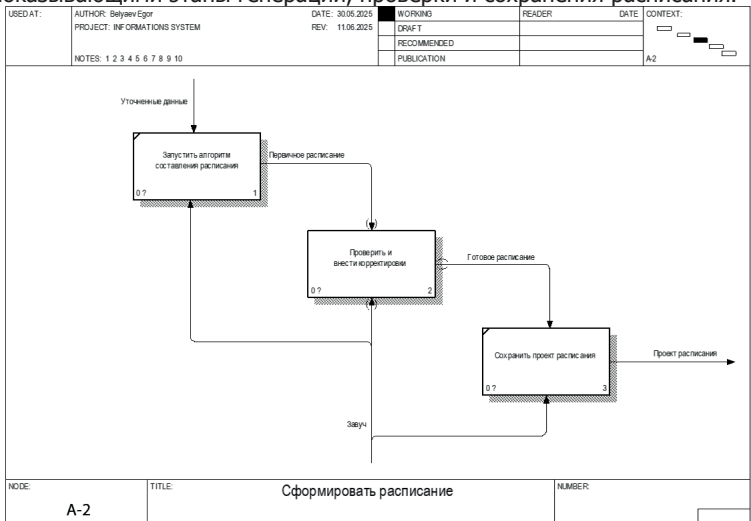


Рисунок 3 – IDEF0-диаграмма второго уровня (A-2) – детализация формирования расписания

Преимущества системы

Разработанная модель обладает рядом преимуществ:

- **Гибкость:** возможность ручной замены преподавателей при их отсутствии (например, замена из-за болезни) без перестройки всего расписания;

- **Соответствие нормам:** организация параллельных уроков в соответствии с санитарными нормами СанПиН.

- **Автоматизация:** автоматическая выгрузка данных в электронные дневники для оперативного обновления информации, что упрощает доступ к расписанию для родителей и учащихся.

Перспективы развития и заключение

В перспективе планируется разработка программного прототипа на основе предложенной модели. Тестирование в реальной школьной среде позволит оценить его эффективность, выявить узкие места и доработать функционал, включая интеграцию с системами учета посещаемости. Учитывая нормативные требования, модель создает основу для разработки ПО и внедрения в школы, а тестирование прототипа станет ключевым шагом к практическому применению [2].

Библиографический список

1. Белов В. В., Чистякова В. И. Проектирование информационных систем. – М.: Академия, 2013.

2. Фаулер, М. Архитектура корпоративных программных приложений / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2020. – 544 с. – ISBN 978-5-907144-28-6.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОДУКТОВ

Ж.А. Бородина, Л.В. Вервинский

Научный руководитель — Хруничев Р.В., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются основные аспекты разработки программного модуля на основе искусственного интеллекта для идентификации продуктов. Особое внимание уделяется выбору архитектуры и методов машинного обучения, применяемых при создании интеллектуальных систем, способных распознавать и классифицировать продукты по визуальным и текстовым признакам.

Предлагается совершенствование процессов учета и анализа данных за счет использования ИИ-технологий, повышающих точность и скорость распознавания продуктов в различных сферах деятельности организаций [1].

Создание программного модуля на основе ИИ для идентификации продуктов предполагает интеграцию методов машинного обучения, компьютерного зрения и обработки естественного языка. В отличие от узкоспециализированных решений, подобный модуль должен обладать универсальностью и возможностью адаптации к различным видам данных и областям применения — от систем складского учета до торговых платформ [2].

Также доклад демонстрирует, каким образом разработанный модуль может быть использован в качестве самостоятельного компонента или интегрированного решения при создании интеллектуальных приложений.

Результаты разработки показывают, что использование технологий искусственного интеллекта способствует формированию универсального инструмента для идентификации продуктов, обеспечивающего высокую производительность, масштабируемость и адаптивность [3].

Таким образом, разработка программного модуля на основе искусственного интеллекта является актуальной задачей, направленной на создание современных средств анализа и обработки информации [4].

Библиографический список

1. Белов, А. В. Искусственный интеллект и цифровая трансформация экономики. — М.: Наука, 2021.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. — MIT Press, 2016.
3. Хомяков, Д. С. Архитектура микросервисных приложений: теория и практика. — СПб.: Питер, 2022.
4. Chen, T., Guestrin, C. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. // Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD Conference, 2016

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МУЗЫКАЛЬНОГО ЗВУКОВОГО СИГНАЛА

Н.В. Бурцев

Научный руководитель – Устюков Д.И., к.т.н., доцент кафедры ЭВМ

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается проблема анализа музыкального звукового сигнала с целью определения его характеристик. Отличительными особенностями музыкального звукового сигнала являются ограниченность полосы спектра, дискретность частот по значению, а также периодичность появления его составляющих определенной частоты и амплитуды. Ограниченность полосы спектра происходит из того, что звук, слышимый человеком, ограничен по частоте сверху и снизу (частота механических колебаний, считающихся слышимым звуком, находится в диапазоне от 16 до 20000 Гц). Дискретность объясняется понятием «нота», обозначающим звук определенной заранее известной частоты, причем отношение частот любых двух соседних нот постоянно и равно $^{12}\sqrt{2}$. Периодичность обуславливается правилами нотной грамоты, включающими соблюдение размеров такта и разделение его на доли, а также темпом, определяемым числом ударов метронома в минуту.

Описанные выше отличительные черты музыкального сигнала позволяют оптимизировать существующие алгоритмы ЦОС, такие как быстрое или оконное преобразование Фурье, для повышения быстродействия и точности. Идея заключается в нахождении в спектре сигнала только интересующих составляющих для получения музыкальной транскрипции данной композиции. Выделяя из спектра соответствующие частоты, можно получить ноты, а анализируя периодичность их появления, можно определить размер такта, его сильные и слабые доли и число ударов метронома в минуту.

Используемые в ЦОС сигналы представляются последовательностями чисел. Числовая последовательность X , n -й член которой обозначается $x[n]$, формально записывается:

$$X = \{x[n]\},$$

где n – целое число.

Для анализа временной структуры сигнала применяется кратковременное (оконное) преобразование Фурье (STFT – Short Time Fourier Transform), где сигнал разбивается на окна с перекрытием:

$$X(n, \omega) = \sum_{m=-\infty}^{+\infty} x[m] * \omega[n - m] * e^{-i\omega m}$$

где $X(n, \omega)$ – спектр частот на момент времени n , $\omega[n]$ – оконная функция (Хэннинга, Хэмминга, Блэкмана и др.). Результатом преобразования является построение спектрограммы – двумерного изображения с осями «время» и «частота».

Для решения поставленной задачи планируется разработка алгоритма, реализуемого с использованием программно-аппаратного комплекса на основе микроконтроллера и ПЛИС. На ПЛИС предполагается реализация оконного преобразования Фурье для получения спектрограммы сигнала, анализ которой будет выполняться микроконтроллером. Данные, полученные в результате работы программно-аппаратного комплекса, затем могут быть интерпретированы для написания транскрипции композиции.

Библиографический список

1. Голямина И. П. БСЭ 3-е изд. том 9 / Голямина И. П. [Электронный ресурс] // Большая советская энциклопедия: [сайт]. — URL: <http://bse.uaio.ru/BSE/0903.htm> (дата обращения: 08.06.2025).
2. Пасечников, И. И. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / И. И. Пасечников. — Тамбов: ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-00078-261-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137567> (дата обращения: 06.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Солонина А. И., Улахович Д. А., Арбузов С. М., Соловьева Е. Б. Основы цифровой обработки сигналов [Текст] / Солонина А. И., Улахович Д. А., Арбузов С. М., Соловьева Е. Б. — 2-е изд. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005 — 768 с.

АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ МРТ ГОЛОВНОГО МОЗГА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОСТРОГО ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

А.В. Евдокимов

Научный руководитель – Тарасов А.С., к.т.н., доцент кафедры ЭВМ

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается проблема выявления острого ишемического инсульта и стадии его развития с помощью визуального анализа изображений МРТ головного мозга в режимах DWI и FLAIR с применением нейронных сетей. Острый ишемический инсульт — это нарушение мозгового кровообращения, вызванное закупоркой мозгового сосуда. Участок головного мозга перестает получать кислород и питательные вещества, что приводит к его некрозу. Эффективное лечение ишемического инсульта с применением технологий восстановления кровотока возможно только в ранние сроки (до 6 часов) от начала заболевания. Визуализация ишемических изменений мозговой ткани в разные сроки от начала заболевания на режимах DWI и FLAIR позволяет косвенно оценить время от начала заболевания. DWI/FLAIR несоответствие является показанием для тромболитической терапии у больных ишемическим инсультом при неизвестном времени начала заболевания, например при развитии инсульта во сне. Анализ МР-изображений головного мозга с

помощью нейронных сетей позволит оптимизировать принятие решения о лечебной тактике острого ишемического инсульта при недостатке человеческих ресурсов.

Для анализа будут выбраны снимки в режимах DWI (рисунок 1) и FLAIR (рисунок 2) больных с подострой стадией ишемического инсульта (от 6 часов).

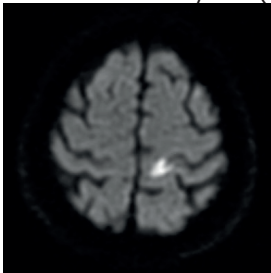


Рисунок 1 – Снимок в режиме DWI

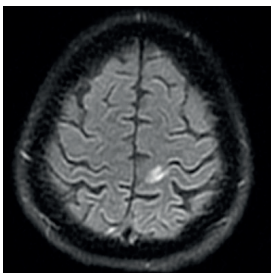


Рисунок 2 – Снимок в режиме FLAIR

При анализе изображений МРТ будет произведено обнаружение области инсульта в режиме DWI, после нахождения которой будет проведено её маскирование, позволяющее ограничить область поиска на изображениях в режиме FLAIR. При отсутствии на изображениях режима FLAIR маскированных областей, у больного найден острейший ишемический инсульт.

Библиографический список

1. Клинические рекомендации «Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака». Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2025;125(8-3):6–219
2. Рафаэл, Гонсалес Цифровая обработка изображений / Гонсалес Рафаэл, Вудс Ричард; перевод Л. И. Рубанов, П. А. Чочиа; под редакцией П. А. Чочиа. — Москва: Техносфера, 2012. — 1104 с. — ISBN 978-5-94836-331-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/26905.html> (дата обращения: 30.10.2025).

РАЗРАБОТКА TELEGRAM-БОТА ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ ОПОВЕЩЕНИЙ ОТ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

Д.С. Желнов

Научный руководитель – Бакулев А.В., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В условиях роста сложности и динамичности IT-инфраструктуры критически важным становится обеспечение оперативного реагирования на инциденты. Несмотря на мощные возможности современных систем мониторинга, таких как Prometheus [1], сам процесс получения и анализа оповещений часто остается разрозненным, требуя от администратора постоянного мониторинга нескольких интерфейсов. Интеграция уведомлений в популярные мессенджеры, в частности Telegram, позволяет существенно сократить время реакции, но существующие решения, как правило, ограничиваются простой пересылкой сообщений, не предоставляя возможностей для интерактивного взаимодействия [2].

Основной целью работы является разработка и реализация программного обеспечения Telegram-бота, которое не только выступает в роли канала доставки оповещений, но и предоставляет интерактивный интерфейс для оперативного управления мониторингом и анализа метрик.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проектирование и развертывание стека мониторинга на базе Prometheus, Alertmanager и экспортеров [3].
2. Разработка бэкенд-сервиса на Python, способного принимать и обрабатывать вебхуки от Alertmanager.
3. Создание интеллектуального Telegram-бота с системой команд для интерактивного взаимодействия.
4. Реализация механизма взаимодействия бота с API Prometheus и Grafana [4] для получения актуальных данных и их визуализации.

В основе решения лежит микросервисный подход. В качестве ядра мониторинга используется стек **Prometheus** и **Alertmanager**. Логика бота реализуется на языке **Python** с применением асинхронной библиотеки **aiogram** [5] для работы с Telegram Bot API и фреймворка **FastAPI** [6] для приема вебхуков. Визуализация метрик обеспечивается через интеграцию с **Grafana API**. Все компоненты системы контейнеризируются с помощью **Docker** [7] для обеспечения переносимости и простоты развертывания.

В ходе работы будет разработан программный комплекс, ключевыми функциями которого являются:

- **Публикация оповещений:** Структурированная отправка в Telegram-чат уведомлений от Alertmanager с группировкой и удобочитаемым форматом.
- **Интерактивное управление:** Возможность запрашивать статус хостов, просматривать активные оповещения и получать графики ключевых метрик напрямую из чата.
- **Масштабируемость и надежность:** Архитектура с четким разделением ответственности между компонентами позволяет легко расширять функционал и обеспечивает отказоустойчивость.

Предлагаемое решение устраняет разрыв между мощностью систем мониторинга и удобством их повседневного использования. Разрабатываемый Telegram-бот выступает в роли унифицированного операторского интерфейса, что позволяет не

только мгновенно получать уведомления о сбоях, но и проводить их первичный анализ без переключения между различными инструментами.

Библиографический список

1. Prometheus: документация [Электронный ресурс]. – URL: <https://prometheus.io/docs/introduction/overview/> (дата обращения: 30.10.2025).
2. Beyer, B. Site Reliability Engineering: How Google Runs Production Systems [Текст] / B. Beyer, C. Jones, J. Petoff. – O'Reilly Media, 2016. – 552 с.
3. Brian Brazil. Prometheus: Up & Running [Текст] / Brian Brazil. – O'Reilly Media, 2018. – 224 с.
4. Grafana Labs: документация [Электронный ресурс]. – URL: <https://grafana.com/docs/grafana/latest/> (дата обращения: 30.10.2025).
5. Aioqram: документация [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.aioqram.dev/en/latest/> (дата обращения: 30.10.2025).
6. FastAPI: документация [Электронный ресурс]. – URL: <https://fastapi.tiangolo.com/> (дата обращения: 30.10.2025).
7. Docker: документация [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.docker.com/> (дата обращения: 30.10.2025).

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАТФОРМЫ QT

М.П. Касельский

Научный руководитель – Михеев А.А., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современные радиоэлектронные системы требуют высокой скорости обработки и наглядности представления данных. В таких условиях особенно актуальны программные решения, обеспечивающие визуализацию результатов измерений в режиме реального времени.

В представленной работе описана разработка программы для визуализации данных многоканальной измерительной системы, выполненной на платформе Qt в среде Astra Linux. Программа предназначена для функционирования в составе контрольно-проверочной аппаратуры (КПА), принимающей измерительные сигналы по интерфейсу Ethernet (1000BASE-TX) от n цифровых каналов.

Приложение реализует обработку и визуализацию данных в виде графиков «напряжение–время» с одновременным вычислением среднеквадратических значений (RMS) по каждому каналу. Для построения графиков используется библиотека QCustomPlot, обеспечивающая высокую скорость отображения и широкие возможности настройки визуальных элементов.

Ключевая особенность программы — многопоточная архитектура, основанная на QThread и паттерне Model/View, что позволяет разделять приём, обработку и визуализацию данных, сохраняя отзывчивость интерфейса. Такое решение обеспечивает стабильную работу приложения в режиме реального времени при высокой частоте обновления данных.

Разработанное программное средство может применяться при испытаниях и диагностике радиоэлектронных устройств, а также в составе систем технического мониторинга. Использование отечественной операционной системы Astra Linux

соответствует политике импортозамещения и обеспечивает безопасность внедрения программы в критически важных системах.

Библиографический список

1. Саммерфилд, М. Qt. Профессиональное программирование. Разработка кроссплатформенных приложений на C++. — СПб.: СимволПлюс, 2011. — 832 с.
2. Шлее, М. Qt 5.3. Профессиональное программирование на C++. — БХВ-Петербург, 2015. — 608 с.
3. Романовский, А.Я. Многопоточное программирование в Qt 5. — СПб.: БХВ-Петербург, 2018. — 496 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Н.С. Клычников, В.В. Тишкина

Научный руководитель – Тишкина В.В., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В наше время трудно представить работодателя, которого не интересовала бы деятельность сотрудников на рабочем месте. Это связано как с угрозой безопасности и выявления инсайдеров, так и с целью выяснить, насколько продуктивно сотрудник тратит своё время, и как повысить его эффективность. Система анализа для мониторинга сотрудников предприятия, также известная как система контроля труда и дисциплины, предназначена для отслеживания работы и поведения сотрудников на рабочем месте. Она позволяет руководству предприятия следить за производительностью, эффективностью и соблюдением правил и процедур сотрудниками.

Современные системы мониторинга зачастую ограничиваются сбором «сырых» данных без их глубокого анализа. В то же время развитие методов искусственного интеллекта, в частности обработки естественного языка (NLP), оптического распознавания символов (OCR) и машинного обучения (ML), открывает возможности для создания интеллектуальных систем, способных не просто фиксировать действия сотрудников, но и интерпретировать их содержание, выявлять аномалии и формировать аналитические отчёты.

Разрабатываемая система анализа для мониторинга сотрудников предприятия предназначена для автоматизации процессов сбора, анализа и интерпретации данных о деятельности персонала. Основными пользователями системы выступают HR-менеджеры, руководители подразделений и сотрудники служб информационной безопасности. Внедрение системы позволит им оперативно оценивать эффективность работы сотрудников, выявлять отклонения от нормативного поведения и принимать обоснованные управленческие решения на основе объективных данных.

Для решения задач анализа текстовой и графической информации были выбраны открытые библиотеки:

- Tesseract OCR – для извлечения текста с изображений (в том числе со скриншотов веб-сайтов);
- spaCy – для семантического анализа текста, включая извлечение именованных сущностей и классификацию контента;

– PyOD – для выявления аномалий во временных рядах (например, отклонений в графике работы или нехарактерной активности).

Разработанная система состоит из двух основных компонентов:

Клиентская часть – фоновые агенты для Windows и Linux, осуществляющие сбор данных (список процессов, скриншоты экрана, аудиоинформация) и их передачу на сервер.

Серверная часть – десктопное приложение с графическим интерфейсом, обеспечивающее приём, анализ, визуализацию данных и генерацию отчётов. Также реализована интеграция с эмулятором СКУД для контроля входа/выхода сотрудников.

Таким образом, была поставлена задача мониторинга сотрудников предприятия на основе методов искусственного интеллекта.

Библиографический список

1. Минеев А., Картунов Д., Садовский Д. Большой Брат: как и зачем компании контролируют сотрудников / А. Минеев, Д. Картунов, Д. Садовский, И. Синельников / [Электронный ресурс] // HH.ru: [сайт]. – URL: <https://hh.ru/article/305111> (дата обращения: 11.04.2025).

2. Контроль персонала: методы, риски и альтернативы / [Электронный ресурс] // Дасреда: [сайт]. – URL: <https://dasreda.ru/media/for-managers/kontrol-personala/> (дата обращения: 12.04.2025).

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ В РАСПРЕДЕЛЁННЫХ СИСТЕМАХ

Д.А. Кузнецов, С.Ю. Жулева

Научный руководитель – Жулева С.Ю., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Распределённые системы лежат в основе большого количества современных приложений. Их ключевая особенность заключается в том, что вычислительные ресурсы, данные и процессы распределены между несколькими узлами, взаимодействующими по сети. Однако такая архитектура делает систему уязвимой к частичным сбоям: отказ одного узла, сетевой сегментации или временной недоступности может привести к деградации производительности или полной остановке работы сервиса.

Обеспечение **отказоустойчивости** – это способность системы продолжать функционировать при сбоях отдельных компонентов, которая является одной из главных при проектировании распределённых систем [1].

В традиционных централизованных системах выход из строя единственного управляющего узла (leader, master) приводит к остановке всей системы. Для решения этой проблемы применяются алгоритмы выбора лидера, такие как Paxos и Raft [2], обеспечивающие автоматическое восстановление управляемости при отказе текущего лидера.

При отказе узла, на котором хранятся данные, возникает риск потери информации. Для минимизации последствий применяются механизмы репликации, при которых данные хранятся на нескольких узлах одновременно.

Существует две основные модели: синхронная репликация, гарантирующая консистентность, и асинхронная, обеспечивающая лучшую производительность за

счёт допуска временных расхождений между копиями. Комбинирование этих подходов (например, в MongoDB [3]) позволяет добиться баланса между надёжностью и скоростью работы системы.

Сетевые задержки или временная недоступность сервисов могут привести к «эффекту лавины» – росту числа неудачных запросов, истощению ресурсов и деградации всей системы.

Для предотвращения подобных ситуаций применяется паттерн Circuit Breaker [4]. Он отслеживает неудачные вызовы к удалённым сервисам и при превышении порога ошибок временно «размыкает цепь», предотвращая дальнейшие обращения к недоступному компоненту. После периода восстановления система автоматически проверяет готовность сервиса и, при успешном ответе, возвращается в нормальное состояние.

Дополнительно используется паттерн Fallback [4], позволяющий системе предоставлять альтернативный результат при недоступности основного сервиса. Такой подход может включать возврат кэшированных данных, использование упрощённого алгоритма или перенаправление запросов на резервный сервис.

При внезапном росте нагрузки даже отказоустойчивая система может временно терять производительность. Современные решения используют **механизмы автомасштабирования**, основанные на мониторинге метрик (CPU, задержки, количество запросов) и автоматическом добавлении или удалении узлов. В сочетании с оркестраторами контейнеров (например, Kubernetes) и облачными провайдерами (например, AWS, Yandex Cloud или Cloud) это обеспечивает динамическое поддержание требуемого уровня доступности и производительности.

Таким образом, комплексное применение перечисленных (и многих других) подходов позволяет проектировать распределённые системы, способные сохранять работоспособность, адаптироваться к сбоям и автоматически восстанавливаться без участия человека, что является ключевым требованием для современных высоконагруженных распределённых приложений.

Библиографический список

1. Клеппман М. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка / пер. с англ. – М.: Издательство «Питер», 2022. – 656 с.
2. Saksham M. Raft and Paxos: Consensus Algorithms for Distributed Systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/@mani.saksham12/raft-and-paxos-consensus-algorithms-for-distributed-systems-138cd7c2d35a> (дата обращения: 28.10.2025).
3. MongoDB Documentation. Replica Set Data Synchronization [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mongodb.com/docs/manual/core/replica-set-sync/> (дата обращения: 28.10.2025).
4. Geampiere G. Mastering Microservices Patterns: Circuit Breaker, Fallback, Bulkhead, Saga, and CQRS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dev.to/geampiere/mastering-microservices-patterns-circuit-breaker-fallback-bulkhead-saga-and-cqrs-4h55> (дата обращения: 28.10.2025).

ИНТЕГРАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ В СИСТЕМУ ПРИЕМА АБИТУРИЕНТОВ В ВУЗ

А.Р. Леоненко

Научный руководитель – Козлова Ю.Б., доцент кафедры ИВТ
**Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева**

Подбор инструментов аналитики и визуализации данных при создании информационно-аналитических систем определяется задачами проекта, особенностями данных и требованиями к функциональности.

В современных условиях вузы нуждаются в эффективных средствах обработки информации о поступающих, конкурсных баллах и динамике приёма.

Инструменты бизнес-аналитики (*BI*-системы) позволяют автоматизировать процесс сбора и анализа данных, предоставляя приёмной комиссии и администрации возможность оперативного принятия решений.

Существует множество решений, различающихся по сложности внедрения, архитектуре, стоимости и возможностям интеграции.

В данной работе рассмотрены наиболее распространённые инструменты аналитики и визуализации данных – *Metabase*, *Apache Superset*, *Redash*, *Power BI*, *Tableau* и *QlikView* – с целью выявления их особенностей и сравнительных преимуществ при использовании в системе приёма абитуриентов в вуз.

Metabase – *open source*-платформа, предназначенная для быстрой визуализации данных без написания *SQL*-запросов. Отличается простым интерфейсом, поддержкой подключения к различным СУБД (*PostgreSQL*, *MySQL*, *SQLite* и др.) и возможностью встраивания панелей в веб-приложения. Основные преимущества – простота установки и открытый исходный код, недостатки – ограниченные возможности для продвинутой аналитики и кастомных отчётов.

Apache Superset – мощный аналитический инструмент, поддерживающий работу с большими объёмами данных. Разработан в рамках проекта *Apache Software Foundation*. Обладает развитой системой дашбордов, гибкими фильтрами и расширяемой архитектурой. Недостатки – сложность первоначальной настройки и требовательность к ресурсам.

Redash – ориентирован на специалистов, знакомых с *SQL*. Позволяет создавать визуализации и отчёты на основе прямых *SQL*-запросов к источникам данных. Подходит для небольших команд разработчиков и аналитиков, но имеет ограниченные возможности визуальной кастомизации.

Power BI – коммерческий продукт от *Microsoft*, отличающийся высокой степенью интеграции с *Excel*, *Azure SQL* и *SharePoint*. Предоставляет богатый набор визуализаций, *DAX*-язык для вычислений и встроенные средства совместной работы. Недостаток – закрытый исходный код и зависимость от экосистемы *Microsoft*.

Tableau – одна из наиболее развитых *BI*-платформ, обеспечивающая широкий спектр аналитических возможностей, включая обработку больших данных и интерактивную визуализацию. Основной минус – высокая стоимость лицензии.

QlikView / *Qlik Sense* – продукты компании *Qlik*, использующие ассоциативную модель данных. Отличаются высокой скоростью обработки запросов и возможностью углублённого анализа взаимосвязей между показателями. Недостатки – сложность настройки и необходимость обучения пользователей.

Результаты сравнения рассмотренных инструментов аналитики и визуализации данных представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты сравнения инструментов аналитики и визуализации данных

Критерий сравнения	<i>Metabase</i>	<i>Apache superset</i>	<i>Redash</i>	<i>Power BI</i>	<i>Tableau</i>	<i>QlikView</i>
Тип лицензии	<i>Open Source</i>	<i>Open Source</i>	<i>Open Source</i>	Платная	Платная	Платная
Простота установки	Высокая	Средняя	Высокая	Высокая	Средняя	Средняя
Требования к ресурсам	Низкие	Высокие	Средние	Средние	Средние	Средние
Настраиваемость визуализации	Средняя	Высокая	Средняя	Высокая	Очень высокая	Высокая
Интеграция с СУБД	Широкая	Широкая	Широкая	Расширенная (MS)	Широкая	Широкая
Поддержка API	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Стоимость	Бесплатно	Бесплатно	Бесплатно	По лицензии	По лицензии	По лицензии
Порог входа	Низкий	Средний	Средний	Средний	Средний	Высокий

Рассмотренные инструменты аналитики позволяют решать широкий спектр задач визуализации и анализа данных.

Каждый из них обладает своими особенностями в части функциональности, производительности, простоты интеграции и стоимости внедрения.

Open source-решения, такие как *Metabase*, *Apache Superset* и *Redash*, обеспечивают гибкость и независимость от поставщика, но требуют определённой квалификации при настройке.

Коммерческие продукты – *Power BI*, *Tableau* и *QlikView* – предоставляют широкий набор готовых возможностей, но связаны с лицензионными ограничениями и стоимостью.

Таким образом, выбор подходящего инструмента аналитики для реализации информационно-аналитической системы приёма абитуриентов зависит не от его популярности или стоимости, а от требований конкретного проекта – его масштабов, инфраструктуры и целей анализа данных.

Библиографический список

1. The Apache Software Foundation. Apache Superset Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://superset.apache.org> (дата обращения: 22.10.2025).
2. Metabase. Official Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.metabase.com/docs> (дата обращения: 23.10.2025).
3. Redash. User Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://redash.io/help> (дата обращения: 24.10.2025).
4. Microsoft Corporation. Power BI Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/power-bi> (дата обращения: 25.10.2025).
5. Tableau Software. Tableau Online Help [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://help.tableau.com> (дата обращения: 26.10.2025).
6. QlikTech International AB. Qlik Sense Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://help.qlik.com> (дата обращения: 27.10.2025).

ОСОБЕННОСТИ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

С.Ю. Луканов

Научный руководитель – Тимошевская О.Ю., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет»

Задачи интеллектуального управления группой агентов встречаются во многих областях, где требуется скоординированное поведение нескольких агентов, и с развитием современных методов машинного обучения они приобретают все большую актуальность. Для решения подобных задач широко применяется мультиагентное обучение с подкреплением (МОП).

Специфика МОП включает ряд существенных трудностей [1]:

- Нестационарность среды – поведение агентов меняется в ходе обучения. Для сходимости большинства алгоритмов ОП необходима предпосылка о стационарности среды;
- Координация действий – эффективное решение кооперативных задач требует реализации механизмов коммуникации агентов друг с другом;
- Комбинаторная сложность – размер пространства состояний и действий возрастает экспоненциально с числом агентов, что требует специальных методов факторизации и сокращения размерности.

Для преодоления этих проблем в современных МОП-подходах самой распространенной идеей является использование централизованного обучения. На практике используются следующие парадигмы централизованного обучения:

- Централизованное обучение с децентрализованным исполнением (Centralized Training with Decentralized Execution, CTDE). При CTDE на этапе обучения критику доступна глобальная информация, что позволяет использовать контрфактические оценки. На этапе исполнения каждый агент использует только свои локальные наблюдения и следует децентрализованной стратегии. Такой подход сочетает преимущества стабильного обучения и возможности развертывания автономных агентов;
- Централизованное обучение с централизованным исполнением (Centralized Training and Centralized Execution, CTCE). При CTCE как обучение, так и исполнение предполагают наличие центрального контроллера (или «суперагента»), который принимает решения на основе глобальной информации. Главным недостатком CTCE в практических робототехнических сценариях является требование централизованного канала связи и отсутствие автономности агентов.

Выбор между CTDE и CTCE определяется требованиями к развертыванию системы и вычислительными возможностями.

Одной из первых техник, предложенных для решения задач мультиагентной кооперации, стала факторизация Q-функции – приближение общей ценности системы через комбинацию локальных Q-функций агентов. Подобный подход реализован в архитектуре QMIX, где используется монотонная факторизация, гарантирующая, что улучшение индивидуальных Q-функций не ухудшает глобальную целевую функцию.

Следующим значимым шагом стало использование контрфактического базиса, характерного для алгоритма COMA (Counterfactual Multi-Agent policy gradient) [2]. Он позволяет вычислять вклад каждого агента в общее вознаграждение, сравнивая фактическое действие с гипотетическими альтернативами при фиксированных действиях остальных агентов.

Некоторые популярные алгоритмы были модифицированы под мультиагентные задачи. MAPPO – модификация алгоритма PPO с централизованным «Критиком».

MAPPO демонстрирует высокую устойчивость при разумных требованиях к вычислительным ресурсам и позволяет реализовать подход CTDE-подход без сложных архитектурных модификаций.

В кооперативных задачах с общей наградой появляется проблема корректного распределения заслуг агентов: агент может достичь терминального состояния раньше остальных, а сигнал награды придет позже и уже без наблюдений этого агента. Это нарушает обычную обратную связь и требует специальных приемов. Современные подходы к задаче распределения заслуг агентов включают механизмы контрфактической оценки и их дальнейшие расширения, среди которых использование механизма внимания и сети смешивания.

Алгоритм Posthumous Credit Assignment (MA-POCA) анализирует вклад каждого агента в общую награду на основании реализованных траекторий и апостериорных альтернатив. MA-POCA поддерживает переменное число агентов; обеспечивает корректное распределение; обладает гибкостью при использовании для гомогенных и гетерогенных; а также демонстрирует улучшенную координацию по сравнению с СОМА и MAPPO в динамических сценариях [3].

Сравнивая современные подходы, можно выделить несколько закономерностей: архитектуры на основе факторизации ценностей (QMIX) очень хорошо масштабируются в дискретных кооперативных задачах и дают гарантию корректного согласования локальных стратегий с глобальной целью; контрфактические методы (СОМА) уменьшают дисперсию градиентов за счет локальных опорных значений; централизованные критики (MAPPO) удобны при частичной наблюдаемости, но требуют особого проектирования критика для борьбы с нестационарностью; методы постфактум-назначения награды (MA-POCA) решают проблему корректного распределения вознаграждений агентов в более общем виде и показывают улучшение в задачах, где вклад отдельных действий в итоговое вознаграждение трудно оценить мгновенно.

Библиографический список

1. Wang, Y. A Survey of Multi-Agent Reinforcement Learning with Game Theory / Y. Wang, B. Xin, H. G. Wang, et al. // arXiv preprint arXiv:2203.08975. – 2022. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2203.08975> – Дата обращения: 14.10.2025.
2. Foerster, J., Farquhar, G., Afouras, T., Nardelli, N., Whiteson, S. Counterfactual Multi-Agent Policy Gradients // Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. — 2018. — Vol. 32, No. 1. — P. 2974–2982.
3. Cohen A. et al. On the use and misuse of absorbing states in multi-agent reinforcement learning // arXiv preprint arXiv:2111.05992. – 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2111.05992> – Дата обращения: 17.10.2025.

РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СФЕРЫ ТОРГОВОГО БИЗНЕСА

И.В. Луковкин

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В статье рассматривается применение PostGIS для СУБД PostgreSQL как ключевого инструмента для хранения и обработки пространственных данных о торговых объектах, инфраструктуре и потоках потребителей. PostGIS обеспечивает выполнение сложных пространственных запросов на серверной стороне, оптимизацию и сжатие больших объемов геоданных, а также предоставляет встроенные функции и библиотеки для работы с точками, полигонами, линиями и другими геометрическими объектами. Использование PostGIS позволяет интегрировать разнородные источники данных и формировать точные модели территориального анализа, обеспечивая стабильность, масштабируемость и надёжность системы даже при значительных объёмах информации. Это позволяет системе быстро обрабатывать данные о расположении магазинов, плотности потребителей и транспортной доступности, объединять различные источники информации и строить точные модели территориального анализа.

Для управления серверной инфраструктурой и развертывания компонентов системы применяется Kubernetes, обеспечивающий автоматическое масштабирование сервисов в зависимости от нагрузки и объёмов запросов пользователей. Kubernetes позволяет централизованно управлять контейнерами, упрощает процесс обновлений, тестирования и развертывания новых версий платформы без простоев. Это повышает устойчивость системы и минимизирует риски сбоев. Кроме того, технология облегчает интеграцию дополнительных модулей, таких как аналитика по конкурентам или прогнозирование потребительского спроса.

Комплексное использование PostGIS и Kubernetes формирует архитектуру, сочетающую эффективное хранение и обработку пространственных данных с высокой надёжностью, масштабируемостью и управляемостью серверной инфраструктуры. Это обеспечивает оперативный и стабильный доступ к аналитическим данным, позволяя бизнесу принимать обоснованные решения по размещению торговых точек, оценке зон спроса и планированию маркетинговых и логистических стратегий.

ФРЕЙМВОРКИ КАК ОТРАЖЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ ВО ФРОНТЕНД-РАЗРАБОТКЕ

Д.А. Макаров

Научный руководитель – Козлова Ю.Б., к.п.н., доцент

**Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева**

Подбор инструментов и технологий для создания любого веб-приложения определяется необходимым функционалом, уровнем сложности проекта, навыками разработчика и доступным бюджетом. Сам процесс веб-разработки можно поделить на пользовательскую (*frontend*) и серверную (*backend*) части.

В частности, во фронтенд-разработке используются такие языки программирования и разметки, как *HTML*, *CSS* и *JavaScript*. Обычно веб-разработчики не используют

чистый *JavaScript*, они используют *JavaScript*-фреймворки. Это готовые программные структуры, созданные для упрощения и ускорения разработки веб-приложений. Они предоставляют архитектуру, набор компонентов и инструменты, которые позволяют писать меньше кода и при этом создавать масштабируемые, модульные и динамичные интерфейсы. Примерами таких фреймворков являются *React*, *Vue.js* и *Angular*, используя информацию из источников [1-3] рассмотрим основные возможности и выявим недостатки данных фреймворков.

React – это библиотека *JavaScript* с открытым исходным кодом для создания веб-интерфейсов, изначально разработанная компанией *Facebook*. *React* позволяет создавать многократно используемые компоненты пользовательского интерфейса и может использоваться с другими библиотеками *JavaScript*. Он может использоваться для разработки приложений для любого типа пользовательского интерфейса, такого как мобильный, настольный или другие. *React* использует расширение *JavaScript JSX*, которое упрощает объединение *JavaScript* и *HTML*. Кроме того, он следует модели *MVC* и предоставляет некоторые заметные функции, такие как одностороннее привязку данных, виртуальный *DOM*, обработку событий и т. д.

Однако, несмотря на эти преимущества, *React* обладает некоторыми недостатками:

- для полного решения необходимо использовать дополнительные инструменты;
- сложность обучения для начинающих.

Vue.js – это *JavaScript*-фреймворк с открытым исходным кодом, используемый для создания многофункциональных пользовательских интерфейсов. Кроме того, это фреймворк на основе *Model-View-View-Model*, и основная библиотека в первую очередь ориентирована только на уровень представления. Также этот фреймворк на *JavaScript* поддерживает декларативный рендеринг и компоновку компонентов. Среди других примечательных особенностей *Vue* – обработка событий, шаблоны и директивы.

Тем не менее, *Vue.js* имеет меньшую экосистему по сравнению с *Angular* или *React*, а также имеет меньше корпоративной поддержки.

Angular, поддерживаемый компанией *Google*, – это интерфейсный веб-фреймворк с открытым исходным кодом, который позволяет интегрировать *JavaScript* с другими веб-технологиями, такими как *HTML* и *CSS*. Кроме того, *Angular* следует архитектурному шаблону модель-представление-контроллер и предлагает доступ к управлению компонентами пользовательского интерфейса и их поведением. В *Angular* есть возможность управления атрибутами *DOM*. Фреймворк очень популярен среди разработчиков благодаря таким замечательным функциям, как двусторонняя привязка данных, *Angular CLI*, директивы, встроенная инъекция зависимостей, виртуальная прокрутка и многое другое.

Минусами данного фреймворка являются:

- высокий порог входа;
- сложная структура и шаблонизатор;
- частые изменения и устаревание старых решений;
- более низкая гибкость;
- менее активное комьюнити вне корпораций.

Результаты сравнения рассмотренных *JavaScript*-фреймворков представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты сравнения *JavaScript*-фреймворков

Критерий сравнения	<i>React</i>	<i>Vue.js</i>	<i>Angular</i>
Язык	<i>JavaScript + JSX</i>	<i>JavaScript / TypeScript</i>	<i>TypeScript</i>
Архитектура	Компонентная + виртуальный <i>DOM</i>	Компонентная + реактивность	Модульная, с <i>DI</i> и шаблонами
Порог входа	Средний	Низкий	Высокий
Подходит для	<i>SPA</i> , фронтенд любых размеров	Малые и средние проекты	Корпоративные, крупные системы
Производительность	Высокая	Очень высокая	Высокая
Документация	Отличная	Простая и понятная	Подробная, но объёмная
Гибкость	Очень высокая	Средняя	Низкая
Комьюнити и ресурсы	Огромное	Активное, быстрорастущее	Большое, в основном корпоративное

Каждый из трёх популярных фронтенд-фреймворков решает похожие задачи, но опирается на разные подходы и рассчитан на разные сценарии использования:

- *Angular*: подходит для крупных корпоративных приложений с чёткой структурой и строгими правилами разработки. Предпочтителен там, где важна стандартизация, масштабируемость и наличие встроенной архитектуры «из коробки».

- *React*: идеален для гибких, эволюционных проектов, где важна свобода выбора инструментов и возможность настраивать архитектуру под себя. Лучше всего чувствует себя в экосистемах с кастомными решениями и активной командой, готовой собирать проект из модулей.

- *Vue*: хороший выбор для быстрых и удобных во внедрении приложений, особенно когда важна простота порога входа и компактность кода. Подходит как для небольших проектов, так и для средних продуктов с упором на скорость разработки.

Таким образом, выбор нужного фреймворка для реализации разрабатываемого проекта зависит не от его популярности, а от того, какой подход к разработке требуется проекту.

Библиографический список

1. Бэнкс, А. React: современные шаблоны для разработки приложений / А. Бэнкс, Е. Порселло. – Санкт-Петербург: Питер, 2025. – 320 с. – Текст: непосредственный.
2. Шавин, М. Изучаем Vue / М. Шавин. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2025. – 442 с. – Текст: непосредственный.
3. Пономарёв, С. Н. Angular на примерах. Создаем web-приложение с нуля / С.Н. Пономарёв. – Санкт-Петербург: Наука и техника, 2019. – 288 с. – Текст: непосредственный.

ОБНАРУЖЕНИЕ НЕФТЯНЫХ ПЯТЕН НА ВОДЕ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ YOLO v11

А.В. Маликова

Научный руководитель – Устюков Д.И., к.т.н., доцент кафедры ЭВМ

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается задача автоматического обнаружения нефтяных пятен на водной поверхности с использованием нейронной сети YOLO v11, обученной на данных аэрофотосъемки.

Нефтяные пятна – это загрязнения, образующиеся в результате утечек нефти или нефтепродуктов на воду. Они наносят значительный экологический ущерб, нарушая экосистемы и представляя угрозу для флоры и фауны. Своевременное обнаружение и ликвидация таких пятен позволяют минимизировать негативные последствия.

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с установленными камерами позволяет оперативно обследовать большие акватории, включая труднодоступные районы. Применение нейронных сетей для автоматической детекции объектов на изображениях с дронов значительно ускоряет и облегчает процесс мониторинга и снижает зависимость от человеческого фактора.

Модель YOLO v11, обладающая высокой скоростью и точностью, хорошо подходит для решения задачи обнаружения нефтяных пятен в реальном времени, а также оптимизирована для работы с аэрофотоснимками путем введения дополнительных масштабных уровней для детекции мелких объектов. Функция потерь включает модифицированную версию CIOU: $L_{CIOU} = 1 - IoU + \left(\frac{p^2(b, b_{gt})}{c^2} \right) + \alpha v$, где p – евклидово расстояние между центрами «боксов», c – диагональ минимального охватывающего прямоугольника, v – параметр, учитывающий соотношение сторон.

Для количественного сравнения эффективности различных подходов к детекции проведено сравнительное тестирование с пороговой сегментацией Otsu, методов опорных векторов SVM и семантической сегментацией U-Net по параметрам точности определения и полноты определения. Точность вычисляется по формуле: $P = \frac{TP}{TP+FP}$, где TP – правильно обнаруженные объекты, а FP – ложные срабатывания. Полнота же определялась следующим образом: $R = \frac{TP}{TP+FN}$, где TP – правильно обнаруженные объекты, а FN – пропущенные объекты. На основе данных сравнений лучшей оказалась YOLO v11.

На представленных изображениях приведены примеры работы обученной модели. На рисунке 1 – пример детекции с указанием центра нефтяного пятна, а на рисунке 2 – пример детекции с уверенностью модели в обнаружении нефтяного пятна

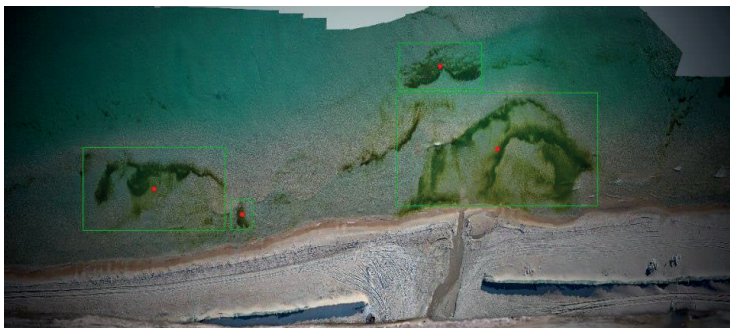


Рисунок 1 – Пример детекции с центром пятна

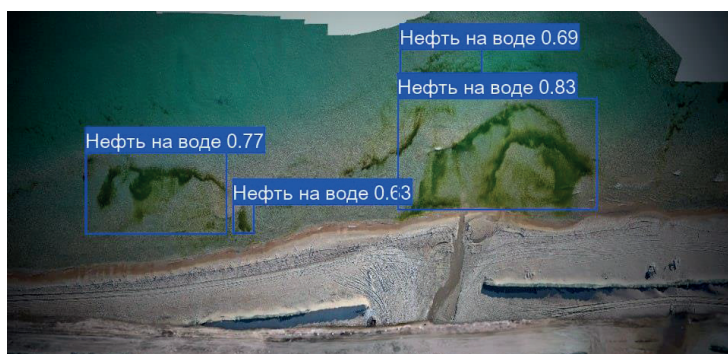


Рисунок 2 – Пример детекции с уверенностью модели в обнаружении

Обучение модели проводилось на аэрофотоснимках с различными условиями освещения, высотами съемки, углами съёмки и состоянием водной поверхности. В качестве метрики оценки использовалась средняя точность (mAP). Полученные результаты демонстрируют возможность применения YOLO v11 для создания систем автоматизированного экологического мониторинга.

Библиографический список

1. Методы и алгоритмы компьютерного зрения в задачах экологического мониторинга: монография / под ред. В.А. Соболева. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 234 с. – ISBN 978-5-507-45678-9.
2. Рафаэл, Гонсалес Цифровая обработка изображений / Гонсалес Рафаэл, Вудс Ричард; перевод Л. И. Рубанов, П. А. Чочиа; под редакцией П. А. Чочиа. — Москва: Техносфера, 2012. — 1104 с. — ISBN 978-5-94836-331-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/26905.html> (дата обращения: 31.10.2025).

ВЫБОР ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОГО ВЕБ-САЙТА ДЛЯ ВЫБОРА НОУТБУКА

Н. А. Марков

Научный руководитель – Зотин А.Г., к.т.н., доцент, доцент кафедры ИВТ
**Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева**

В работе описан функционал веб-приложения, предназначенного для подбора ноутбуков в соответствии с потребностями пользователя. Разрабатываемая система позволяет автоматизировать процесс выбора подходящих моделей, учитывая технические характеристики и актуальные данные из интернет-магазинов.

Современные игровые ноутбуки стали популярным выбором для пользователей, стремящихся совместить мобильность с высокой производительностью. Развитие компьютерных игр и рост их системных требований формируют повышенный интерес к мощным мобильным устройствам, способным обеспечить стабильную работу современных игровых приложений. Однако подобрать ноутбук, оптимально подходящий под конкретные игровые сценарии, достаточно сложно. На итоговый выбор влияет множество параметров – от модели видеокарты и процессора до объёма оперативной памяти и системы охлаждения. Из-за этого процесс подбора ноутбука часто требует глубоких технических знаний и анализа большого объёма информации, представленной на разных торговых площадках.

Актуальной задачей становится создание веб-сайта, который способен автоматизировать процесс выбора ноутбуков, ориентируясь на предпочтения пользователя и требования конкретных игр. Такая система должна анализировать характеристики устройств, сопоставлять их с базами тестов производительности и предоставлять рекомендации по моделям, доступным в интернет-магазинах. Для реализации подобного функционала необходима интеграция технологий парсинга данных, позволяющих получать актуальную информацию о характеристиках ноутбуков, ценах и наличии, а также алгоритмов интеллектуальной фильтрации и ранжирования.

Разрабатываемый рекомендательный веб-сайт будет определять подходящие модели ноутбуков на основе ответов пользователей о предполагаемом назначении и предпочтениях. В зависимости от выбранных характеристик будут формироваться диапазоны параметров комплектующих, а именно ориентируясь на результаты профессиональных тестов процессора и видеокарты [3]. Сайт позволит упростить процесс выбора ноутбука и поиска места для его приобретения за счёт создания интеллектуального веб-приложения, объединяющего механизмы подбора, анализа и сравнения моделей.

Для реализации рекомендательного веб-сайта, предназначенного для подбора и сравнения моделей ноутбуков, рассматривались различные технологии серверной разработки. Среди возможных решений был фреймворк Django, широко применяемый при создании крупных веб-приложений благодаря встроенной административной панели, ORM и системе аутентификации. Однако в случае реализации легкого решения, одновременно с возможностью тонкой настройкой архитектуры, наиболее подходящим будет фреймворк Flask 3.1.0.

Flask представляет собой минималистичное веб-приложение на языке Python, обеспечивающее разработчику высокий уровень контроля над структурой и логикой проекта. Flask легко интегрируется с внешними библиотеками, необходимыми для выполнения ключевых функций веб-сайта – парсинга данных (BeautifulSoup, Requests,

Selenium) и реализации алгоритмов рекомендаций. Возможность взаимодействия с REST API и поддержка микросервисного подхода обеспечивают масштабируемость [1]. Поскольку веб-ресурс, с которого будут брать тесты производительности видеокарт и процессоров представляет собой статический сайт, поэтому целесообразно использовать библиотеку BeautifulSoup версии 4.13.3 [4]. Сайты интернет-магазинов представляют собой динамические страницы, и требуется использовать кнопки для переходов на модели ноутбуки для просмотра их характеристик в связи с чем при сборе данных с интернет-магазинов лучше использовать библиотеку Selenium 4.25.0 [5].

В качестве системы управления базами данных была выбрана MySQL 5.7, отличающаяся стабильностью, высокой скоростью обработки запросов и широким распространением. Она обеспечивает эффективную работу с большими объёмами структурированных данных и подходит для хранения характеристик ноутбуков, результатов тестов и пользовательских предпочтений. MySQL поддерживает транзакции, индексацию и оптимизацию сложных запросов, что особенно важно при реализации фильтрации и сортировки по множеству параметров [2].

Таким образом, выбранные инструменты обеспечивают сочетание простоты реализации, устойчивости и расширяемости системы. Это позволит эффективно решать задачи, связанные с парсингом данных, формированием рекомендаций и управлением информацией о ноутбуках, создавая основу для дальнейшего развития проекта и интеграции с внешними источниками.

Библиографический список

1. Гринберг, М. Разработка веб-приложения с использованием Flask на языке Python / пер. с англ. А. Н. Киселева. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 272 с.
2. Дюбуа, П. Mysql. Сборник рецептов. – Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс, 2006. – 1056 с. – Текст: непосредственный.
3. Обзор и новости про ноутбуки – Notebookcheck: сайт. – URL: <https://www.notebookcheck-ru.com/> (дата обращения: 24.10.2025).
4. BeautifulSoup: We called him tortoise because he taught us: официальный сайт. – URL: <https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/> (дата обращения: 24.10.2025). – Текст: электронный.
5. Selenium: официальный сайт. – URL: <https://www.selenium.dev/> (дата обращения: 24.10.2025). – Текст: электронный.

МЕТОД ГИБРИДНОГО ПРИМЕНЕНИЯ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ И СТРУКТУРИРОВАННЫХ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ МИНЗДРАВА РФ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕЛЕВАНТНОСТИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ

К.Ю. Мокшин

Научный руководитель – Головин О.К., д.т.н., доцент

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

В последнее время наблюдается активное использование технологий, связанных с искусственным интеллектом, в различных областях науки и промышленности, в том числе в медицине. В качестве примера можно привести применение нейронных сетей для анализа ультразвуковых снимков щитовидной железы [1] и других органов, или же генерацию с помощью больших языковых моделей (далее – LLM) врачебных заключений на основе описания заболевания [2]. LLM имеют широкий спектр

применения в медицинской сфере: от первичной консультации пациента до использования в качестве механизма формирования предварительных или гипотетических диагнозов. Однако исследователи также отмечают ряд сложностей в применении LLM в медицинской сфере: неактуальность наборов обучающих данных; фактические ошибки в ответах из-за использования моделями вероятностных связей между словами, а не подлинного смысла информации; эффект «чёрного ящика», поскольку тяжело проследить чёткие шаги алгоритма работы модели для получения того или иного ответа [3]. Всё это создаёт препятствия для повсеместного внедрения LLM в медицинскую практику в связи со множеством рисков. Обширное количество регулярно публикуемых научных статей по обозначенной теме подчеркивает её актуальность в научном сообществе.

Объектом исследования выступает процедура установки диагноза пациенту с помощью LLM на основе текстового описания состояния его здоровья медицинским работником. Процедура осуществляется путем проведения обследования пациента и получения предварительного заключения от LLM в режиме реального времени. Целью данной процедуры является получение «второго мнения» для определения окончательного диагноза врачом.

Цель исследования заключается в повышении релевантности диагностических гипотез LLM в региональной медицинской практике. Решение обозначенной проблемы предлагается реализовать посредством внедрения метода гибридного использования комбинации LLM и структурированных клинических рекомендаций Минздрава РФ.

Практическая значимость заключается в создании инструментария, который будет обладать возможностями современных больших языковых моделей и соблюдением медицинских стандартов РФ. Результатом станет готовый к внедрению подход для повышения качества, безопасности и доступности сгенерированного искусственным интеллектом «второго мнения» по анамнезу пациента.

Библиографический список

1. Трошина Е.А., Захарова С.М., Цыгулева К.В. Применение искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике узловых образований щитовидной железы. – Клиническая и экспериментальная тиреоидология, 2024. – Т. 20, № 1. – 15-29 с.
2. Боброва Е.В., Маканов А.Ж., Основин С.С. Генерация врачебных заключений и классификация по Bethesda с использованием глубокого обучения. – International Journal of Open Information Technologies, 2023. – Т. 11, № 10. – 119-129 с.
3. Thirunavukarasu A.J., Ting D.S.J. Large language models in medicine. – Nature Medicine 29, 2023. – 1930–1940 p.

МЕТОД ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РОЕВОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

К.А. Молодыко

Научный руководитель – Головнин О.К., д.т.н., доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

В современных условиях растет потребность в использовании автономных систем, способных к самостоятельной регуляции и самоконтролю [1]. Одно из приоритетных направлений с такого рода потребностью является разработка автономных мобильных роботизированных агентов [2]. Классический подход подразумевает что необходима временная и динамичная иерархия, свобода действий и возможность перестройки

системы [3]. Тем не менее, такой подход не обеспечивает взаимодействие системы внутри себя.

В рамках данной работы представлена спроектированная модель роевой роботизированной системы, где определены её функциональные компоненты и структура взаимодействия. Основное внимание уделено концепции роевой системы как децентрализованной архитектуры с распределённым управлением и обновлением общением между агентами. Функции системы включают: приём данных от внешних источников, передачу информации соседним узлам сети, реализацию локальных взаимодействий между элементами.

Модуль роевой системы может использоваться для повышения уровня организации и принятия решения в процессах автоматических действий агентов. При этом решаются задачи оптимизации, реализуемые через алгоритмы поисковой оптимизации. Для обеспечения саморегуляции и адаптивности роя применяется имитация социальных механизмов или поведения биологических стад. Выбор метода зависит от параметров целевой задачи, а выбор алгоритма основывается на анализе критериев.

Каждый агент демонстрирует самоорганизующееся поведение за счёт простых правил функционирования без центрального управления. Это позволяет распределить решение задач между подмножествами роя, используя различные алгоритмы.

Библиографический список

1. A.R. Cheraghi, Shahzad S., Graffi K. Past, Present, and Future of Swarm Robotics // Электронный архив научных статей ArXiv [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/2101.00671.pdf> (дата обращения: 25.10.2025).
2. Леонов А.В., Пронин А.Ю. О роли и месте сетевых архитектур типа «рой» в концепциях современных войн и необходимости их военно-экономической оценки // Вооружение и экономика. 2017. №3 (40). С. 3 – 13.
3. Ромадов Сергей Владимирович КОНЦЕПЦИЯ РОЕВОЙ РОБОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ // Известия ТулГУ. Технические науки. 2021. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-roevoy-robotekhnicheskoy-sistemy> (дата обращения: 28.10.2025).

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПРОЦЕДУРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ТРЁХМЕРНЫХ СЦЕН

Н.А. Назаров

Научный руководитель — Хруничев Р.В., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются методы и алгоритмы процедурной генерации трёхмерных сцен средствами компьютерной графики. Процедурная генерация представляет собой подход, при котором геометрические структуры, текстуры и элементы окружения создаются автоматически на основе математических и стохастических моделей [1]. Такой подход позволяет значительно сократить трудозатраты при создании 3D-контента и повысить вариативность и реализм виртуальных сцен.

Актуальность исследования определяется необходимостью снижения времени и стоимости разработки трёхмерных моделей в современных системах визуализации и

моделирования. Несмотря на развитие средств 3D-дизайна, большинство сцен создаётся вручную, что ограничивает масштабируемость и гибкость проектов

В работе анализируются существующие подходы к процедурной генерации, включая шумовые функции (Perlin, Simplex), фрактальный метод, модели эрозии и эволюционные подходы к формированию контента [2-3]. В работе также рассматривается исследование, посвященное применению эволюционного моделирования для задач динамической адаптации контента в интерактивных средах. Такие подходы позволяют расширить возможности традиционных методов процедурной генерации за счёт использования механизмов эволюции и адаптации параметров в зависимости от контекста пользовательского взаимодействия [4].

На основе анализа предлагается концепция системы, реализуемой в среде Unity с использованием языка C# и шейдерных технологий HLSL. Предполагается, что интеграция процедурных методов позволит создать универсальный инструмент для автоматизированного построения трёхмерных сцен различной сложности, применимый в системах компьютерной графики, цифровых симуляторах и обучающих приложениях.

Библиографический список

1. Ebert, D.S., Musgrave, F.K., Peachey, D., Perlin, K., Worley, S. *Texturing and Modeling: A Procedural Approach*. — Morgan Kaufmann, 2003.
2. Lagae, A. et al. *A Survey of Procedural Noise Functions*. — Computer Graphics Forum, Vol. 29(8), 2010.
3. Smelik, R.M. et al. *A Survey on Procedural Modelling for Virtual Worlds*. — Computer Graphics Forum, Vol. 33(6), 2014.
4. Меженин, М.Г. *Разработка системы динамического изменения контента видеоигр на основе эволюционного моделирования*. — Вестник ЮУрГУ. Серия «Вычислительная математика и информатика», 2014, Т.3, №1, С.44–50.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ РЕСТОРАНА

Я.С. Панов

Научный руководитель – Тарасова В.Ю., старший преподаватель каф. ЭВМ

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данной работе приведен результат проектирования реляционной модели базы данных для предприятия общественного питания. Рассмотрены этапы инфологического и даталогического проектирования, спроектирована ER-диаграмма и выполнена нормализация отношений до БКНФ. Разработаны объекты базы данных, обеспечивающие бизнес-логику и целостность данных.

Проектирование выполнялось по методологии, основанной на построении ER-модели [1]. На инфологическом этапе были выделены сущности: «Клиенты», «Сотрудники», «Столы», «Заказы», «Блюда», «Продукты», «Отзывы» и установлены связи между ними.

В рамках работы разработана реляционная база данных, включающая в себя 11 таблиц. На рисунке 1 приведена схема разработанной базы данных.

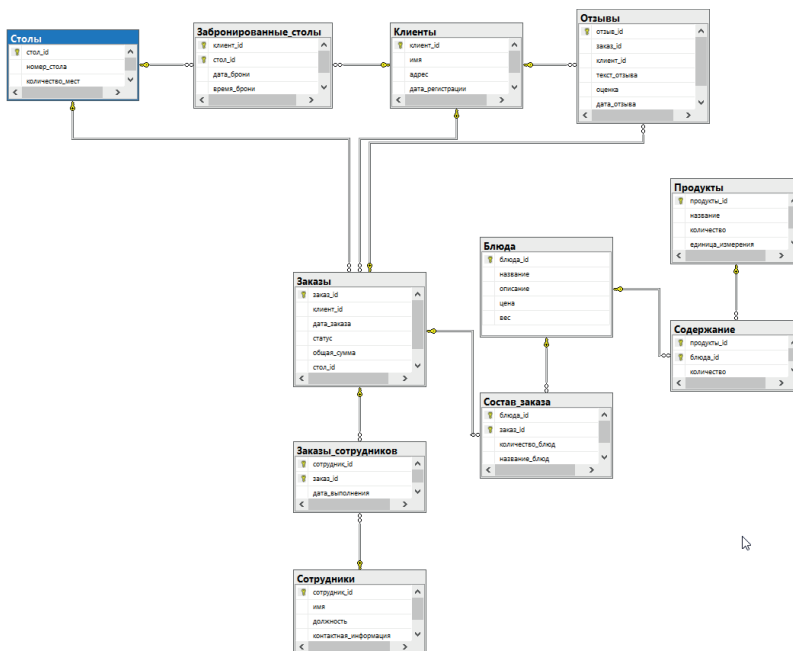


Рисунок 1 – Схема базы данных

Реализованы правила и умолчания для обеспечения целостности базы данных. Разработаны хранимые процедуры для CRUD-операций с клиентами, сотрудниками, заказами и блюдами. Созданы триггеры для автоматического обновления статусов заказов, управления бронированием и генерации отзывов по умолчанию.

Сформированы представления для удобного доступа к данным о заказах, отзывах и бронированиях с объединенной информацией о клиентах.

Разработанная база данных соответствует требованиям предметной области и обеспечивает:

- Соблюдение целостности данных через встроенные механизмы СУБД.
- Централизованное хранение информации о всех аспектах работы ресторана,
- Автоматизацию ключевых бизнес-процессов с помощью хранимых процедур и триггеров.

Проект демонстрирует полный цикл проектирования БД – от анализа предметной области до реализации готовой схемы, пригодной для внедрения в эксплуатацию.

Библиографический список

1. Гринченко Н.Н., Громов А.Ю., Хизриева Н.И. Проектирование информационных систем: учебник. – М.: КУРС, 2021. – 176 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ В БАЗАХ ЗНАНИЙ

Н.А. Потемкина

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Постоянный рост объемов информации, с которой приходится сталкиваться отдельным людям, проектным командам и организациям, требует новых подходов к её систематизации и совместному использованию. Для решения этих задач подходят базы знаний - системы позволяющие упорядочить информацию, установить связи между элементами и обеспечить к ней удобный доступ как отдельным пользователям, так и целым командам.

Настоящий доклад посвящён исследованию подходов к организации корпоративных баз знаний и поиску принципов, которые делают такие системы наиболее эффективными.

В рамках исследования планируется провести анализ существующих методов и парадигм организации баз знаний и выявить взаимосвязи между ними. Особое внимание уделяется системе Zettelkasten и её идеологическим преемникам, поскольку они лежат в основе всех современных баз знаний.

Zettelkasten, предложенный Никласом Луманом, выделяется отдельно, поскольку его идеи легли в основу большинства современных систем ведения заметок и корпоративных баз знаний. Он получил широкое распространение благодаря своей простоте, гибкости и мотивации пользователей к переиспользованию информации.

Для каждого из этих методов рассматриваются особенности построения связей между элементами, способы навигации и принципы расширяемости структуры. Сравнение проводится как с теоретической точки зрения, так и на основе анализа существующих баз знаний и программных решений. Значительное влияние на структуру и использование информации оказывают выбранные программные решения. Современные системы для организации баз знаний (Obsidian, Notion, WIiki и другие) реализуют различные подходы к построению и визуализации связей между элементами. Что заставляет пользователей по-разному структурировать данные, даже в рамках одной парадигмы ведения базы знаний. В исследовании предполагается проанализировать, как функциональные возможности конкретных инструментов влияют на организацию и восприятие информации пользователями.

Отдельное направление работы посвящено изучению поведения пользователей в зависимости от структуры хранилища данных. Предполагается провести исследование удобства навигации, восприятия взаимосвязей и скорости поиска информации при использовании различных парадигм. На основе отзывов планируется определить какие типы структур наиболее эффективны для корпоративных и проектных баз знаний.

Работа над исследованием также ведётся с применением собственной базы знаний, что позволяет систематизировать процесс анализа и документирования полученных результатов.

Результатом проведённого анализа станет синтез парадигмы организации корпоративной информации на основе предыдущих, разработка тестового хранилища и подбор необходимых программных решений, необходимых для работы с этим хранилищем.

При необходимости будут разработаны собственные утилиты, обеспечивающие удобство работы с тестовым хранилищем. Их создание планируется только в тех случаях, когда существующие инструменты не обеспечивают требуемого функционала.

Ожидаемым итогом исследования является формирование обоснованной модели организации корпоративной информации, которая способствует более эффективному управлению знаниями, упрощает навигацию и делает процесс взаимодействия с данными интуитивно понятным. Разработанные принципы и инструменты могут быть применены при создании корпоративных баз знаний, проектных репозиторий и личных систем ведения заметок, обеспечивая целостность и доступность накопленного опыта в рамках организации.

Библиографический список

1. Луман Н. Kommunikation mit Zettelkästen [Электронный ресурс]. - 1981. - Режим доступа: <https://luhmann.surge.sh/communicating-with-slip-boxes> (дата обращения: 02.10.2025).
2. Zettelkasten: как один немецкий учёный стал невероятно продуктивным / Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/508672/> (дата обращения: 05.04.2023).
3. Официальный сайт методологии Bullet Journal [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bulletjournal.com/> (дата обращения: 07.10.2025).
4. Официальный сайт методологии Building a Second Brain (BASB) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.buildingasecondbrain.com/> (дата обращения: 07.10.2025).

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ WCAG ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.А. Рубан

Научный руководитель - Горошкин А.Н., к.т.н.

**Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева**

В условиях возрастающей значимости обеспечения доступности цифрового контента международные стандарты WCAG [1] (Web Content Accessibility Guidelines) выступают основным ориентиром для создания презентаций, учитывающих потребности пользователей с различными ограничениями. Настоящее исследование направлено на формализацию требований WCAG применительно к презентационным материалам.

Стандарты WCAG разделяются на 3 уровня доступности восприятия информации, где каждый последующий уровень требует соблюдение условий предыдущих с некоторыми ужесточениями.

В ходе анализа были выделены основные требования к презентационным материалам, при группировке которые соотносятся с основными принципам стандарта:

– **Восприимчивость** (Perceivable) – информация и элементы презентаций должны быть доступны для восприятия всеми органами чувств

Уровень А

- 1) Альтернатива в виде текста к каждому нетекстовому контенту (изображениям, аудио и видео), которая должна описывать назначение и содержание изображения;
- 2) Субтитры и расшифровки для аудиовизуальных материалов;
- 3) Пометки «декоративный элемент» для элементов, которые программа чтения с экрана должна игнорировать;
- 4) Соблюдение структурной разметки, использование встроенных макетов слайдов и шаблонов;
- 5) Совпадение логического порядка чтения контента на слайде с порядком программы чтения с экрана;
- 6) Отсутствие использования чисто визуальных средств (не передавать информацию только через цвет, размер, форму и расположение)

Уровень AA

- 1) Контрастность обычного текста и фона не менее 4.5:1, и для крупного текста не менее 3:1;
- 2) Текст должен быть масштабируемым до 200% без потери контента и функциональности;
- 3) Минимальное количество изображений текста, в случае же наличия такого, необходим точно передающий его альтернативный текст.

Уровень AAA

- 1) Контрастность обычного текста и фона не менее 7:1, и для крупного текста не менее 4.5:1;
 - 2) Отсутствие изображений текста, кроме тех что используются в чисто декоративных целях.
- **Управляемость** (Operable) – возможность управлять навигацией по презентации и предоставление достаточного времени на реагирование;

Уровень A

- 1) Возможность навигации в интерактивной презентации при помощи клавиатуры;
- 2) Отсутствие «застывания» фокуса на каком-либо элементе презентации;
- 3) Минимальное количество мерцаний, что мигают чаще 3 раз в секунду.

Уровень AAA

- 1) Отсутствие временных ограничений, или наличие механизма их отключения, корректировки или продления;
 - 2) Отсутствие каких-либо мерцаний, что мигают чаще 3 раз в секунду
- **Понятность** (Understandable) – информация и управление должны быть ясными и легко понимаемыми для читателя;

Уровень A

- 1) Необходимость указать язык презентации в настройках документа, при наличии фраз на другом языке отметить их соответствующим тегом;
- 2) Навигация должна быть последовательной и единообразной на всех слайдах;
- 3) Интерактивные элементы при фокусе не должны вызывать неожиданных изменений.

Уровень AA

- 1) Компоненты с одинаковой функциональностью должны идентифицироваться одинаково.

Уровень AAA

- 1) Предоставление расшифровки аббревиатур;
- 2) Предоставление пояснений для текстов сложностью выше среднего образования или наличие упрощенных версий.

– **Надежность** (Robust) – контент должен быть достаточно устойчивым для корректного восприятия и взаимодействия с различными технологиями, включая вспомогательные средства и программы чтения с экрана.

Уровень А

- 1) Наличие корректных структур тегов (для PDF)
- 2) Для интерактивных элементов (кнопки, поля) должны быть корректно заданы их имя, роль (кнопка, ссылка) и состояние.

Полученные формализованные требования в дальнейшем будут использованы при разработке модуля автоматизированного контроля презентационных материалов, что позволит увеличить воспринимаемость презентационных материалов для людей с ограничениями возможностями здоровья.

Библиографический список

1. Resources on Digital Accessibility Standards – [Электронный ресурс] // URL: <https://www.wcag.com>

МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА ЦВЕТОВОЙ ПАЛИТРЫ ДЛЯ ОБЛАЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.Н. Сапрыкин

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Современные облачные информационные системы характеризуются высокой сложностью функциональности, разнообразием пользовательских ролей и необходимостью поддержки многоплатформенного доступа [1-3]. В этих условиях визуальное оформление интерфейса, и в частности его цветовая гамма, играет ключевую роль не только в формировании первого впечатления, но и в обеспечении эффективного взаимодействия пользователя с системой. Непродуманный выбор цветов может привести к увеличению когнитивной нагрузки, снижению скорости выполнения задач, ошибкам при интерпретации данных и даже к отказу от использования сервиса.

Несмотря на наличие обширных рекомендаций в области визуального дизайна, отсутствует систематизированная методология, ориентированная именно на специфику облачных информационных систем — их масштабируемость, гетерогенность пользовательской аудитории и динамичность контекста использования. Целью данной работы является разработка и обоснование такой методологии, обеспечивающей баланс между эстетикой, функциональностью и инклюзивностью.

Цвет в интерфейсе выполняет три основные функции: функциональная (поддержка навигации, иерархии информации, выделение интерактивных элементов и статусов и т.д.), эмоционально-психологическая (формирование настроения, доверия, восприятия надёжности и профессионализма) и брендовая [4, 6].

Исследования в области когнитивной психологии показывают, что цвет влияет на скорость распознавания элементов, запоминание информации и эмоциональное состояние пользователя. В то же время стандарты доступности (WCAG 2.1, ISO 9241-210) устанавливают строгие требования к контрастности и различимости цветов для пользователей с нарушениями зрения [5, 7].

Для облачных систем особенно актуальны такие аспекты, как контекст использования, многоуровневость интерфейса и глобальность аудитории.

Разработанная методология состоит из пяти последовательных этапов:

Этап 1. Анализ контекста и целевой аудитории. На данном этапе проводится сбор данных о типах пользователей, сценариях взаимодействия, технических ограничениях и корпоративных требованиях к бренду.

Этап 2. Определение функциональных требований к цвету. На данном этапе формируются требования к цветовой семантике: цвета для статусов (успех, предупреждение, ошибка), цвета для категорий данных (например, в аналитике), цвета для интерактивных элементов (кнопки, ссылки, переключатели), а так же нейтральные фоны и акценты.

Этап 3. Генерация базовой палитры. На данном этапе на основе бренда и функциональных требований создаётся первичная палитра, включающая основной цвет (1–2 оттенка, соответствующие бренду), нейтральную палитру (градации серого для фона, текста, разделителей), функциональные акценты (цвета для статусов и категорий) и дополнительные цвета (для визуализации данных, иконок и т.д.).

Используются такие инструменты, как Adobe Color, Coolors или Figma Design System, а также осуществляется проверка контрастности по WCAG 2.1 (минимум AA, предпочтительно AAA для текста).

Этап 4. Адаптация под режимы отображения. На данном этапе разрабатываются альтернативные цветовые схемы: светлая и тёмная темы, режимы с высокой контрастностью и режимы для слабовидящих (цветовая слепота: протанопия, дейтеранопия).

Применяются алгоритмы пересчёта цветов (например, через HSL-модель или CSS-переменные) для обеспечения согласованности.

Этап 5. Валидация и итеративная оптимизация. На данном этапе осуществляется тестирование палитры через A/B-тестирование с реальными пользователями, с помощью eye-tracking и метрик юзабилити (время выполнения задачи, количество ошибок) и посредством опросов удовлетворённости (SUS, UMUX).

Результаты используются для корректировки палитры перед финальным внедрением.

Предложенная методология позволяет системно подходить к выбору цветовой палитры для облачных информационных систем, минимизируя субъективность и максимизируя функциональную эффективность. Ключевыми преимуществами подхода являются его ориентация на пользователя, соответствие стандартам доступности и поддержка адаптивности.

Библиографический список

1. Перепелкин Д.А. Разработка облачной платформы и визуальной программной системы конфигурирования устройств Интернета вещей / Д.А. Перепелкин, Д.Д. Ткачев // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2022. – № 82. – С. 73-88.
2. Перепелкин Д.А. Разработка шлюза и облачной платформы программноконфигурируемой сети устройств Интернета вещей / Д.А. Перепелкин, Д.Д. Ткачев // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2023. – № 84. – С. 88-98.
3. Спицын А.А. Алгоритм настройки параметров расписания облачных вычислений на основе оптимизации роя частиц // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2021. – № 75. – С. 44-52.

4. Brewer C.A. Designing Better Maps: A Guide for GIS Users. — Redlands: Esri Press, 2016. — 224 p.
5. ISO 9241-210:2019 Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems. — Geneva: ISO, 2019. — 40 p.
6. Lidwell W., Holden K., Butler J. Universal Principles of Design. — Beverly: Rockport Publishers, 2010. — 240 p.
7. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1: W3C Recommendation, 05 June 2018. — URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/> (дата обращения: 10.10.2025).

НЕИНВАЗИВНЫЙ ГЛЮКОМЕТР ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ С БЕСПРОВОДНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ

Л.А. Селиванова

Научный руководитель – Юрасова Е.В., к.т.н., доцент

**Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)**

В докладе рассматривается новая инновационная двухканальная информационно-измерительная система непрерывного мониторинга уровня глюкозы в крови (гликемии) [1, 2].

Сахарный диабет требует регулярного контроля уровня гликемии. Существующие инвазивные глюкометры связаны с болезненными процедурами и риском осложнений, а неинвазивные аналоги обладают недостаточной точностью. Актуальность работы обусловлена необходимостью создания безопасного, точного и комфортного для пациента средства непрерывного мониторинга гликемии, соответствующего современным требованиям импортозамещения и цифровизации медицины.

В основу аппаратной части глюкометра положены два независимых измерительных канала: термо-спектроскопия, основанная на регистрации температуры и теплового потока вблизи поверхностных вен головы с использованием функциональной зависимости [3], и спектроскопия ближнего инфракрасного диапазона (NIR), использующая зависимость поглощения и рассеяния света в диапазоне 750-2500 нм от концентрации глюкозы в тканях организма [4]. Сочетание этих сенсоров в архитектуре с двумя измерительными каналами повышает точность результата измерения, безопасность и комфорт контроля гликемии. Аппаратная часть измерительной системы включает модуль беспроводной связи BAN (WBAN) совместимый с Bluetooth [5], и энергоэффективный источник питания с расчетным сроком работы ≥ 3 суток.

В программной части неинвазивного глюкометра повышенной точности разработаны алгоритмы первичной обработки сигналов с преобразованием аналоговых данных в цифровые, методы пересчета измеренных параметров в уровень гликемии на основе адаптивных моделей, а также алгоритм с назначением весов для обработки данных прямых неравноточных измерений. Важным элементом системы являются процедуры индивидуальной и периодической калибровки.

В исследовании проведен анализ нормативной документации в медицинской, метрологической и электротехнических сферах. Проанализированы ключевые стандарты: ГОСТ Р 50444-2020 (электробезопасность), ГОСТ Р МЭК 60601-1-2-2014 (ЭМС) и ГОСТ ISO 10993-1-2011 (биосовместимость).

В результате разработан проект беспроводного неинвазивного глюкометра, демонстрирующий возможность создания малогабаритного, энергоэффективного устройства повышенной точности.

Устройство сочетает современные методы измерения и алгоритмы обработки данных и обладает потенциалом для повышения качества жизни пациентов с сахарным диабетом за счёт непрерывного, безопасного и точного мониторинга гликемии.

Библиографический список

1. Организация CGM на основе сенсора Freestyle Libre. - <https://rule15s.com/knowledge/organizatsiya-cgm-na-osnove-sensora-freestyle-libre/> (дата обращения: 10.09.2023).
2. Тан, Лю, Шву Джен Чанг, Чинг-Джунг Чен и Джен-Цай Лю. 2020. «Технология неинвазивного мониторинга уровня глюкозы в крови: обзор» *Sensors* 20, № 23: 6925.
3. Патент № 2525507 Российская Федерация, МПК A61B 5/145 (2006.01), A61B 5/01(2006.01). Термоспектроскопический неинвазивный измеритель концентрации глюкозы вцельной крови: № 2011150407/14; заяв. 12.12.2011; опубл. 20.08.2014 / Г.В. Бобылева – 13 с.: 2 ил.
4. Альсунаиди, Б.; Альтобаити, М.; Тамал, М.; Альбакер, У.; Аль-Наиб, И. Обзор неинвазивных оптических систем для непрерывного мониторинга уровня глюкозы в крови. *Sensors* 2021, 21, 6820.
5. Сети стандарта IEEE 802.15.6. - <https://wireless-e.ru/wpan/uwb/ban.> (дата обращения 10.03.2025).
6. Бурункова Ю.Э., Сенсорные системы и материалы / Ю.Э. Бурункова, Е.О. Самуйлова. - СПб: Университет ИТМО, 2023. – 117 с.
7. Альтобаити, М.; Аль-Наиб, И. Оптимизация двухканальных неинвазивных датчиков измерения уровня глюкозы в ближнем инфракрасном диапазоне на основе моделирования методом Монте-Карло. *IEEE Photonics J.* 2021, 13, 1–9.
8. Канг, Дж. У.; Парк, Ю. С.; Чанг, Х.; Ли, У.; Сингх, С. П.; Чой, У.; Галиндо, Л. Х.; Дасари, Р. Р.; Нам, С. Х.; Парк, Дж.; и др. Прямое наблюдение за отпечатком глюкозы с помощью рамановской спектроскопии in vivo. *Sci. Adv.* 2020, 6, 5206.
9. Чжоу, Дж.; Ван, С.; Ван, Ю.; Хуан, Г.; Ян, С.; Чжан, Ю.; Сюн, Ю.; Лю, Л.; Чжао, С.; Фу, В. Новая стратегия селективного обнаружения молекул в терагерцовом диапазоне в водной среде: спектроскопия THz-ATR в сочетании с интеллектуальным гидрогелем. *Talanta* 2021, 228, 122213.
10. Кумар А.; Ван С.; Мэн Ф.Й.; Чжоу З.Л.; Чжао М.; Ян Г.Ф.; Ким Э.С.; Ким Н.Й. Высококчувствительный, количественный, линейный и не требующий посредников микроволновый биосенсор на основе резонатора для определения уровня глюкозы. *Sensors* 2020, 20, 4024.
11. Сатиш, С.К.; Ананд, С. Демонстрация микрострип-датчика для изучения возможности неинвазивного измерения уровня глюкозы в крови. *Marap* 2020.

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ ДЛЯ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ

В. Д. Семкина

**Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева**

В работе описан функционал приложения для обучения русскому языку для учеников начальной и средней школы, которое позволяет облегчить процесс обучения учеников, и упростить основные задачи по проверке остаточных знаний учеников.

В настоящее время современное образование активно внедряет информационные технологии, что значительно расширяет возможности педагогов и учащихся. Одной из наиболее востребованных сфер применения цифровых технологий является создание обучающих приложений, которые помогают разнообразить образовательный процесс, сделать его более доступным и увлекательным для детей. Особое значение такие инструменты приобретают в начальной и средней школе, где формируются базовые навыки, включая грамотность, чтение и письмо.

Русский язык, как основной предмет школьной программы, играет ключевую роль в развитии личности ребёнка. Однако традиционные методы обучения не всегда позволяют эффективно удерживать внимание младших школьников, учитывать их индивидуальные особенности и темпы усвоения материала. В связи с этим использование обучающих приложений становится перспективным способом повышения качества образования.

Для того чтобы сделать процесс изучения русского языка увлекательным и результативным, ключевым инструментом становится использование интерактивных обучающих программ. Они позволяют повысить вовлечённость, обеспечить индивидуальный подход, автоматизировать контроль знаний, наглядно демонстрировать правила.

Таким образом, внедрение интерактивных технологий в обучение русскому языку позволяет создать эффективную, гибкую и мотивирующую образовательную среду, соответствующую потребностям современных школьников.

Интерактивные приложения для обучения русскому языку в начальных классах предлагают разнообразные материалы и инструменты, которые делают процесс изучения языка увлекательным, эффективным и доступным. Такие приложения помогают детям осваивать грамотность, развивать речь, расширять словарный запас и улучшать навыки чтения и письма. На основе анализа литературных источников [1-4] были определены основные особенности таких программ:

1) Мультимедийные материалы. В приложениях используются изображения, мультфильмы, интерактивные азбуки и анимированные уроки. Это помогает детям лучше запоминать буквы, звуки, правила чтения и правописания.

2) Интерактивные упражнения. Платформы предлагают задания на:

- составление слов из слогов;
- исправление ошибок в тексте;
- подбор синонимов и антонимов;
- расстановку пропущенных букв;
- работу с ударениями и падежами.

3) Игровой подход. Приложения используют игровые механики, чтобы заинтересовать младших школьников. Дети учатся через викторины, загадки, кроссворды, мини-игры на составление слов, поиск ошибок и другие задания, которые превращают обучение в увлекательный процесс.

4) Отслеживание прогресса. Родители и учителя могут видеть статистику успеваемости: какие темы ребенок усвоил, а какие требуют повторения. Некоторые приложения начисляют виртуальные баллы, что мотивирует детей заниматься регулярно.

Интерактивные приложения для обучения представляют собой специализированный класс программного обеспечения, разработанного с целью улучшения и оптимизации образовательного процесса. Они используют передовые технологии для создания увлекательной, эффективной и персонализированной среды обучения, предлагая пользователям возможность активного взаимодействия с учебным материалом. В отличие от традиционных методов обучения, Интерактивные приложения для обучения позволяют учащимся не просто пассивно получать информацию, но и активно участвовать в процессе познания, применяя знания на практике и получая мгновенную обратную связь.

В контексте обучения, интерактивность подразумевает:

- активное участие. Учащиеся не просто читают, слушают или смотрят, но выполняют задания, участвуют в симуляциях, играют в образовательные игры и решают задачи. Активное участие – это одно из главнейших преимуществ интерактивного обучения, радикально отличающий его от пассивного усвоения информации. Вместо роли слушателя или зрителя, учащийся становится действующим лицом, вовлеченным в создание, исследование и применение знаний;

- мгновенная обратная связь. Приложения предоставляют немедленный ответ на действия учащихся, указывая на правильность ответов, ошибки и объяснения. Мгновенная обратная связь – это неотъемлемый компонент эффективного интерактивного обучения. Правильно реализованная, она не только указывает на ошибки, но и направляет, мотивирует и способствует более глубокому усвоению знаний. В современных образовательных приложениях мгновенная обратная связь становится все более сложной и персонализированной, открывая новые возможности для трансформации учебного процесса;

- персонализация. Возможность адаптировать контент и темп обучения в соответствии с индивидуальными потребностями и уровнем подготовки учащихся. Персонализация – это перспективное направление в образовании, которое позволяет создавать индивидуальные учебные опыты, более эффективные, увлекательные и мотивирующие. Несмотря на существующие вызовы и ограничения, персонализированное обучение имеет огромный потенциал для улучшения результатов обучения и подготовки учащихся к будущему. Ключом к успешной реализации персонализированного обучения является грамотное использование технологий, учет индивидуальных потребностей и интересов каждого ученика, а также готовность преподавателей к переменам и постоянному развитию;

- визуализация. Визуализация в интерактивном обучении – это использование графических, анимационных, звуковых элементов для создания более привлекательного, понятного и запоминающегося образовательного опыта. Она выходит за рамки простой иллюстрации текста и превращает абстрактные концепции в конкретные, наглядные образы, которые легче воспринимать и запоминать. Визуализация играет важную роль в интерактивном обучении, превращая сухой и абстрактный материал в живой, увлекательный и запоминающийся опыт. Она помогает учащимся лучше понимать концепции, улучшать запоминание информации, развивать критическое мышление и повышать мотивацию к обучению. Правильное использование визуализации может значительно улучшить результаты обучения и сделать процесс познания более приятным и эффективным;

– коллаборация. Возможность совместной работы над заданиями, обмена информацией и общения с преподавателями и другими учащимися. Коллаборация, или совместная работа, играет ключевую роль в интерактивном обучении, поскольку она стимулирует активное участие, критическое мышление, коммуникативные навыки и чувство общности.

Таким образом, внедрение цифровых технологий в процесс обучения учеников является одним из самых перспективных направлений развития образовательной сферы.

Библиографический список

1. Дмитриева, О.Е. Поурочные разработки по русскому языку, 3 класс. – М.: ВАКО, 2014. – 384 с. – (В помощь школьному учителю). – Москва: «Вако», 2014.
2. Бelyшев, Д.В. Моделирование бизнес-процессов образовательной организации и информационные технологии / Д.В. Бelyшев, Я.И. Гулиев; 38-е изд. – Москва: МОСПИ, 2014. – С. 35-36. – Текст: непосредственный.
3. Буч, Г. UML руководство пользователя / Г. Буч, Д. Рамбо. – Москва: ДМК, 2000. – 431 с. – Текст: непосредственный.
4. Нафикова, А. Р. Объектно-ориентированный анализ и проектирование программного обеспечения на языке UML: учебное пособие / А. Р. Нафикова. – Уфа: БГПУ имени М. Акмуллы, 2022. – 118 с. – Текст: непосредственный.

ОБЗОР РЕШЕНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ГОЛОСОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛУЖБ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

И.Ю. Симонов

Научный руководитель – Маркин А.В., к.т.н.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Большое количество информационных систем находятся на этапе сопровождения – самом длительном этапе их жизненного цикла. Чтобы система оставалась актуальной, её необходимо постоянно поддерживать. Для этого требуются обновления и устранение ошибок, с которыми сталкиваются пользователи. На этапе сопровождения ключевую роль играют пользователи, так как именно их обращения формируют требования к развитию продукта и выявляют проблемные места.

Для работы с клиентом используются службы технической поддержки. Их эффективность можно повысить с помощью интеллектуальных систем поддержки, способных принимать обращения и формировать ответы. Одним из перспективных направлений является голосовое сопровождение пользователей — предоставление голосового интерфейса поверх существующих ассистентов и сервисов [1].

Для расчётно-платёжного комплекса «Абонент+» уже эксплуатируется текстовый ассистент, который решает типовые запросы пользователей. Однако у него отсутствует функция голосового сопровождения [2].

Сегодня практически любая компания, которая сопровождает какой-либо программный продукт, нуждается в такой системе. Однако, такие системы требуют постоянные высокие расходы на облачные вычисления, хранение данных, обновление моделей. Не все компании могут позволить себе такое количество ресурсов на

разработку подобной системы, поэтому существуют гораздо более простые, быстрые и дешёвые решения этой задачи [3].

Существует задача разработки голосовой подсистемы, интегрированной с существующим ассистентом «Абонент+», способной корректно распознавать речь, поддерживать диалог, выполнять операции через API системы и перенаправлять сложные вопросы на оператора.

Внедрение модуля голосового сопровождения поверх существующего ассистента «Абонент+» позволит расширить каналы взаимодействия с тысячами пользователей, повысить удобство и доступность сервиса, снизить нагрузку на операторов и собрать ценные данные для дальнейшего развития комплекса. Рекомендуется начать с прототипа и пилотирования, уделив особое внимание адаптации ASR к доменной лексике и выработке политики безопасности при обработке персональных данных [4].

В докладе представлен обзор существующих решений голосовой поддержки пользователей и на его основе поставлена задача на разработку подсистемы поддержки пользователей компонентов расчётно-платёжного комплекса «Абонент+».

Библиографический список

1 Нужен ли голосовой помощник в бизнесе и как его создать [Электронный ресурс] / STM Endorphin. — URL: <https://stm-endorphin.ru/articles/nuzhen-li-golosovoy-pomoshchnik-v-biznese-i-kak-ego-sozdat> (дата обращения: 13.10.2025).

2 Программный комплекс «Абонент+» | ООО «Абонент+» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.abonent.plus/> (дата обращения 13.10.2025).

3 Создание голосовых помощников крупными IT-компаниями | Forbes [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/378035-bitva-za-9-mlrd-zachem-kompanii-odna-za-drugoy-vklyuchayutsya-v-voynu-boltalok> (дата обращения 13.10.2025).

4 Какому бизнесу полезен голосовой бот | RUcenter [Электронный ресурс]. URL: https://www.nic.ru/info/blog/voicebot/?ipartner=4444&adv_id=191121bloguslfzbut&utm_source=sbscr&utm_medium=but&utm_campaign=191121bloguslfz (дата обращения 13.10.2025).

ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМАТИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПОВСЕМИСТНО Й ПРАКТИКЕ

И.В. Стельмах

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В современном мире стало популярно добавлять искусственный интеллект (ИИ) во всю бытовую технику, от чайников до розеток. В массовой культуре ИИ стал не просто инструментом дизайнеров, а предметом их замены. ИИ также стал использоваться в урбанизации городов. В банковской сфере - в качестве финансовых консультантов. Многие компании стали использовать ИИ в качестве Human Resources- специалистов. Предиктивные нейросети стали занимать нишу аналитиков в финансовом, маркетинговом и научном секторе [1]. Но ИИ на данный момент не справляется на сто процентов качественно с поставленными задачами [2]. Качество предоставляемой искусственным интеллектом информации не соответствует сложившемуся общественному мнению, сформированному массовой рекламой нейросетей и популяризацией глобальными корпорациями [3].

Целью работы является оценка качества аналитики и ответов нейронных сетей, основанная на изучении прецедентов, уже получивших огласку в мировом сообществе. В задачи входит классификация некорректных выводов ИИ и разработка подходов к их исправлению.

В процессе работы планируется:

1. Изучить возможности современных нейросетей.
2. Рассмотреть критические ошибки в предоставляемой нейросетями информации, а также причины их вызывающие.
3. Проанализировать возможные решения проблем и рисков при использовании ИИ.

С решением недостатков в работе ИИ мировое сообщество выйдет на новый уровень развития во всех сферах жизни таких как: медицина, наука, автоматизация производств, экономика и т.д. [4]

Библиографический список

1. sber.pro [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://sber.pro/publication/prediktivnaya-analitika-instrukciya-po-primeneniyu-ii-pri-prognozirovanii> . — Дата доступа: 04.11.2025.
2. "On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big?" by Emily M. Bender et al. (2021).
3. "Blind Faith in Algorithms? The Risks of Overtrusting AI Systems" by Alessandro Acquisti et al. (2021).
4. "Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence" by Ajay Agrawal, Joshua Gans, and Avi Goldfarb (2018).

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА МОНИТОРИНГА И КОРРЕКЦИИ КЛИНИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ВРАЧЕЙ

В.С. Тарасов

Научный руководитель – Смоленцева Т.Е., д.т.н.

РТУ МИРЭА

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию систем интеллектуальной поддержки по программам пере подготовки (ПП). Современная медицина характеризуется стремительным ростом знаний и высокой степенью междисциплинарности, что предъявляет повышенные требования к непрерывному профессиональному развитию (НПР) врачей. Традиционные методы обучения зачастую оказываются неэффективными для обеспечения долгосрочного сохранения знаний. Особую актуальность приобретает проблема объективной оценки остаточных знаний (ОЗ) у специалистов, поскольку именно они напрямую влияют на качество принимаемых клинических решений.

Цель доклада. Рассмотреть метод интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений, направленный на непрерывный, персонализированный мониторинг и коррекцию остаточной клинической компетентности врачей.

Заключение и клиническая значимость Создание интеллектуальной системы на основе модифицированных нейро-нечетких сетей Fuzzy ART и Fuzzy ARTMAP позволит:

- Диагностировать пробелы: объективно выявлять индивидуальные дефициты в остаточной компетентности врачей.

- Кластеризовать специалистов: оптимизировать проведение групповых коррекционных мероприятий.
- Генерировать рекомендации: автоматически формировать персонализированные управляющие воздействия (дополнительные модули обучения, тренинги, консультации).

Преимущества применения:

- Повышение эффективности НПР и программ переподготовки за счет персонализации.
- Минимизация рисков деградации клинических навыков.
- Обеспечение устойчивого высокого уровня профессиональной компетентности врачей.

Библиографический список

1. Bramley, P. Effective Training // Journal of European Industrial Training. – 1989. – 7. – P. 145–153
2. Personalized learning through AI: Pedagogical approaches and critical insights, Klarisa I. Vorobyeva 1, Svetlana Belous 2, Natalia V. Savchenko 3, Lyudmila M. Smirnova 4, Svetlana A. Nikitina 5, Sergei P. Zhdanov 6 7 *
3. Chu K. L. Probabilistic ensemble Fuzzy ARTMAP optimization using hierarchical parallel genetic algorithms. / K. L. Chu, W. Liew, M. Seera, E. Lim // Neural Computing and Applications. – 2014. – № 26. – P. 263–276.
4. Brito Da Silva L. E. A survey of adaptive resonance theory neural network models for engineering applications. / L. E. Brito da Silva, I. Elnabarawy, D. C. Wunsch 2nd // Neural Networks. – 2019. – № 120. – P. 167–203.
5. Гудфеллоу Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджо, А. Курвилль // М.: ДМК Пресс. – 2018. – С. 652.
6. Мандель И.Д. Кластерный анализ / И.Д. Мандель // М.: Финансы и статистика. – 1988. – С. 176.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ QCUSTOM PLOT ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ ТЕЛЕМЕТРИИ

Г.А. Тургин

Научный руководитель – Шибанов В.А., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В условиях стремительного развития технологий и увеличения объёмов передаваемых данных телеметрия становится важным инструментом сбора, передачи и анализа информации с удалённых систем и устройств. Для эффективной интерпретации таких данных важна качественная визуализация, которая позволяет выявлять закономерности, аномалии и быстро принимать решения. QCustomPlot — это популярная и производительная библиотека для построения интерактивных графиков на базе Qt, широко используемая в приложениях на C++ для визуализации данных в реальном времени. Её функциональные возможности хорошо подходят для обработки телеметрической информации, предоставляя разработчикам удобные средства создания наглядных диаграмм и графиков.

Можно выделить следующие общие достоинства использования библиотеки QCustom Plot:

- простота интеграции — библиотека легко встраивается в проекты на Qt, что позволяет быстро начинать работу с визуализацией данных,
- высокая производительность — библиотека поддерживает отображение большого количества точек и обновление графиков в реальном времени без существенных задержек,
- гибкость настройки — можно изменять внешний вид графиков, осей, легенд, добавлять собственные графические элементы (например, линии тренда, аннотации),
- интерактивность — пользователи могут масштабировать, перемещать и выделять области графиков, что повышает удобство анализа,
- поддержка различных типов графиков — линейных, точечных, гистограмм, графиков с областями и других

Телеметрические данные как правило представляют собой временные ряды, при работе с которыми важны точность и скорость отображения. Библиотека QCustomPlot при использовании в задачах отображения телеметрической информации позволяет:

- отображать показатели (температуру, давление, скорость, состояние датчиков) в режиме реального времени,
- выполнять одновременную визуализацию нескольких параметров с возможностью сравнения,
- выполнять масштабирование по оси времени для анализа как общих тенденций, так и отдельных событий.
- выполнять интеграцию с системами сигнализации, подсветка критических значений и аномалий.
- экспортировать графики для отчётности и документации.

Пример визуализации данных телеметрии на основе использования библиотеки QCustomPlot приведен на рисунке 1.

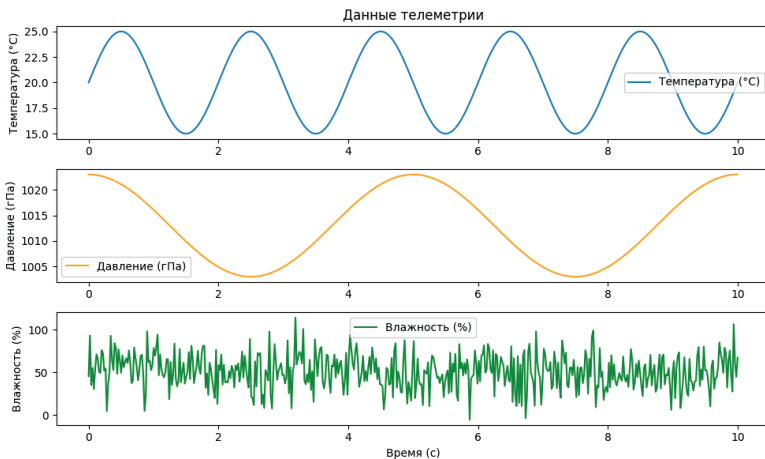


Рисунок 1 – Пример визуализации телеметрических данных

Графическая библиотека QCustomPlot — мощный инструмент для визуализации данных телеметрии, обеспечивающий высокую производительность и удобство использования. Её широкие возможности настройки и интерактивности делают её незаменимой для создания приложений, связанных с мониторингом и анализом потоков телеметрической информации. Использование QCustomPlot позволяет

повысить качество обработки данных, ускорить диагностику сложных систем и улучшить интерфейс взаимодействия пользователя с системой.

Таким образом, внедрение данной библиотеки является эффективным решением для современных телеметрических приложений и проектов.

Библиографический список

1. Официальная документация и руководство по QCustomPlot <https://www.qcustomplot.com>
2. Телиометрия / Большая российская энциклопедия https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4180460

АРХИТЕКТУРА ВСТРАИВАЕМОГО ИИ-МОДУЛЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ

А.А. Харитонов

Научный руководитель — Гринченко Н.Н., д.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются вопросы проектирования и интеграции встраиваемого интеллектуального модуля распознавания потребительских товаров, предназначенного для применения в автоматизированных системах самообслуживания и розничной торговле [1].

Предложен подход к созданию ИИ-компонента, обеспечивающего идентификацию товара по изображению в реальном времени, с последующей передачей данных в кассовое программное обеспечение. Реализация модуля направлена на повышение скорости обслуживания и сокращение ошибок при вводе информации о товарах.

В процессе разработки выполнено проектирование архитектуры модуля, включающей:

- подсистему обработки изображений (модели нейронных сетей для детекции и классификации товаров) [2];

- коммуникационный интерфейс (обмен данными по REST API или gRPC) [3];

- модуль локального хранения и обновления данных о товарных позициях.

Для реализации использован стек технологий:

- Python (TensorFlow, OpenCV, FastAPI) — на стороне ИИ-сервера,

- C++ — для встраиваемого исполнения на периферийном устройстве,

- SQLite — для локального кэша и метаданных.

Рассмотрены вопросы оптимизации модели для работы на устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами (через квантование и преобразование в формат ONNX [4]). Проведена оценка производительности и точности классификации на выборке потребительских товаров [5].

Также в работе описана архитектура взаимодействия модуля с внешней системой (кассовое ПО или ERP-платформа), структура API и последовательность обмена данными.

Предложенная система может быть интегрирована в решения для «умных» касс самообслуживания, торговых автоматов и складских систем, что позволит повысить уровень автоматизации и снизить нагрузку на персонал.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 53622-2009 «Стадии и этапы жизненного цикла, виды и комплектность документов».
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. — MIT Press, 2016.
3. TensorFlow Lite Documentation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.tensorflow.org/lite> . — Дата доступа: 04.11.2025.
4. Redmon, J. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection. — arXiv:2004.10934.
5. Chollet, F. Deep Learning with Python. — Manning Publications, 2021.

Секция 7. ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

**МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПОЗИЦИИ В
ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ**

И.В. Губанов

Научный руководитель – Бабаян П.В., зав. кафедрой АИТУ, к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Автоматическая настройка экспозиции используется в оптико-электронных системах для обеспечения более высокой информативности получаемого изображения. Это особенно актуально в системах видеонаблюдения, аэро- и космического зондирования, робототехники и промышленных системах, где условия освещения нестабильны и меняются динамически [1,2]. Правильный подбор экспозиции позволяет получать изображения с сохранением деталей как в светлых, так и в темных участках кадра.

Для автоматических оптико-электронных систем, которые работают без постоянного вмешательства оператора и должны самостоятельно адаптироваться к меняющимся условиям освещения, актуальна и значительна проблема бликов. Бликами называют яркие световые пятна на изображении, причинами которых могут быть отражение яркого света от поверхностей объекта съёмки, засветка линзы камеры светом со стороны или непосредственно источники света в кадре. Блики могут занимать значительную часть изображения, снижать общий контраст и ухудшать качество получаемых кадров в целом. Из-за бликов камера может неправильно оценивать уровень освещенности и, соответственно, неправильно устанавливать параметры экспозиции, такие как выдержка, размер диафрагмы и электронное усиление. Это приводит к недоэкспонированию или переэкспонированию изображения, что проиллюстрировано на рисунке 1. При этом детали объектов становятся плохо видны или полностью теряются в темных или светлых участках.

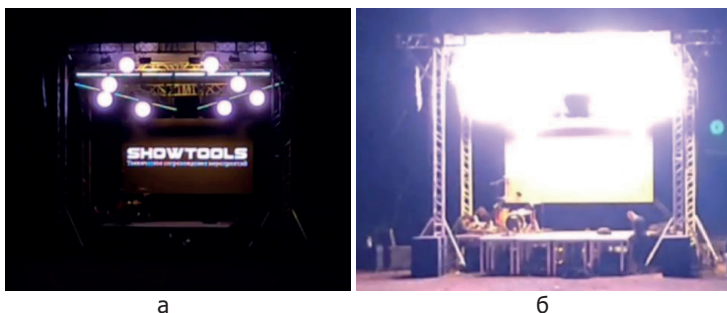


Рисунок 1 – Недостаточная (а) и избыточная (б) экспозиция

Для решения данной проблемы предлагается создать алгоритм настройки экспозиции, который бы локализовал блик на изображении и ограничивал его значительное расширение по площади при увеличении яркости. При этом остальные части изображения не будут затемняться чрезмерно, даже если вокруг объекта слабое

освещение. Данным способом будет уменьшена площадь изображения, в которой произошла абсолютная потеря информации из-за бликов, при этом будет уменьшена потеря деталей объекта и сцены как в окрестностях блика, так и в тёмных участках, пример такого изображения представлен на рисунке 2. Такой подход обеспечит оптимальный баланс экспозиции кадра, что позволит улучшить общее качество изображения для последующего анализа.



Рисунок 2 – Правильная экспозиция

Таким образом, с помощью данного алгоритма предполагается решать проблему бликов без использования внешних фильтров и иных устройств. Данный метод позволит улучшать качество изображений, получаемых оптико-электронными системами, поможет сохранить детали объекта и сцены, что важно для последующей обработки и принятия решений, например, в робототехнических системах.

Библиографический список

1. Литвиненко А.М., Машаров А.В. Системы технического зрения [Электронный ресурс]. — URL: <https://studfile.net/preview/16728806/page:3/> (дата обращения: 25.10.2025).
2. Попов С.Б. Использование структурированной подсветки в системах технического зрения // Компьютерная оптика. — 2013. — Т. 37, № 2. — С. 233–237 [Электронный ресурс]. — URL: <https://computeroptics.ru/KO/PDF/KO37-2/370214.pdf> (дата обращения: 25.10.2025).

АРХИТЕКТУРА МИКРОСЕРВИСНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЯ В ВИДЕОПОТОКАХ

Н.В. Елатников, С.В. Скворцов

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Одной из ключевых проблем в обработке видеопотоков является необходимость анализа огромных массивов визуальной информации в режиме реального времени [1, 2]. Существующие решения часто оказываются недостаточно эффективными из-за высокой вычислительной сложности и уязвимости к внешним факторам – изменениям освещения, шумам и перекрытиям объектов. Именно поэтому разработка устойчивых алгоритмов обнаружения движения становится приоритетной задачей [3].

В основе предлагаемого подхода лежит анализ взаимосвязи между последовательными кадрами видео. Система сравнивает фрагменты изображений, выявляя соответствия между объектами в разных кадрах. Высокий уровень подобия по корреляционной функции указывает на то, что обнаруженный элемент является продолжением движения ранее зафиксированного объекта. Такой метод демонстрирует хорошую устойчивость к колебаниям освещенности и контрастности.

Дополнительное повышение точности достигается за счет субпиксельной обработки, которая позволяет определять позиции объектов с точностью выше размера отдельного пикселя. Также система включает предварительную обработку изображений для улучшения качества анализа – фильтрацию шумов с использованием сверточных нейронных сетей, выделение границ объектов и нормализацию освещения. Нейронные сети применяются для интеллектуальной фильтрации, автоматически адаптируясь к различным типам помех и улучшая качество входных данных.

Архитектура комплекса построена на принципах микросервисного подхода, что обеспечивает независимое развитие, развертывание и масштабирование отдельных компонентов системы [4]. Каждый микросервис представляет собой автономный сервис, взаимодействующий с другими через API, что позволяет гибко адаптировать систему под изменяющиеся требования и легко интегрировать новые возможности. Контейнеризация сервисов обеспечивает переносимость и упрощает процесс развертывания в различных средах.

Основные микросервисы комплекса выполняют следующие функции.

1. Сервис ввода данных обеспечивает загрузку и предварительную подготовку видеопотоков из различных источников – камер, файлов или сетевых потоков. Поддерживает различные форматы и выполняет базовые преобразования изображений через REST API.

2. Сервис предварительной обработки занимается очисткой и улучшением качества изображений. Применяет алгоритмы подавления шумов с использованием машинного обучения, выделяя контура и корректируя контраст и освещение для повышения надежности последующего анализа.

3. Сервис анализа движения реализует основные алгоритмы сравнения и отслеживания объектов. Определяет позиции элементов и прогнозирует их траектории на основе данных последовательных кадров с применением рекуррентных нейронных сетей для предсказания поведения объектов.

4. Сервис пользовательского интерфейса предоставляет инструменты для настройки параметров работы системы, просмотра результатов в реальном времени и сохранения полученных данных. Обеспечивает веб-интерфейс для взаимодействия с другими микросервисами и визуализации результатов работы нейронных сетей.

Сфера использования разработанного комплекса охватывает широкий спектр задач: системы безопасности получают возможность автоматически выявлять и отслеживать подозрительное поведение, транспортные службы – мониторить дорожную обстановку для предупреждения ДТП. Спортивные аналитики смогут оценивать технику выполнения движений и разрабатывать оптимальные тактические схемы, а медицинские специалисты - наблюдать за динамикой изменений в органах и тканях организма. Кроме того, комплекс представляет ценность для экспертов, специализирующихся на компьютерном зрении и обработке видеоматериалов.

Библиографический список

1. Горбунов В.Л., Йе Вин Зо, Жданова И.В. Обработка данных видеопотока в системах с контролируемым доступом ограниченного круга лиц // Вестник РГРТУ. 2025. № 93. С. 143-155.
2. Звездочкин М.Ю., Камордин А.А., Сафронов Н.М. быстрые алгоритмы восстановления искажённых видеокадров с использованием информационной избыточности кодека Motion JPEG // Вестник РГРТУ. 2025. № 91. С. 200-208.
3. Драч В.Е., Самбуров Н.В., Чухраев И.В. Математическая модель для анализа эффективности селекции и обнаружения движущихся целей // Вестник РГРТУ. 2023. № 86. С. 22-31.
4. Клеппман М. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка. СПб.: Питер, 2018. 640 с.

**ПОДХОД К НАЧАЛЬНОЙ КАЛИБРОВКЕ ВНЕШНИХ ПАРАМЕТРОВ
КАМЕР В МНОГОКАМЕРНОЙ СИСТЕМЕ С ПОМОЩЬЮ
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РНР НА ОСНОВЕ МЕТОК APRILTAG**

В.Е. Журавлев

МИРЭА – Российский технологический университет

Трехмерное компьютерное зрение позволяет решать задачи реконструкции геометрии сцен, навигации, пространственного анализа и распознавания объектов. Сфера его применения охватывает робототехнику, проектирование автоматизированных систем контроля и видеонаблюдения, а также другие области, где требуется получение достоверной информации о трехмерном устройстве окружающей среды.

Для повышения точности и устойчивости систем трехмерного компьютерного зрения используются многокамерные конфигурации, позволяющие существенно увеличить полноту охвата сцены, минимизировать слепые зоны и повысить разрешение реконструируемых объектов. Вместе с тем, эффективность работы таких конфигураций в значительной степени определяется точностью их калибровки. От точности определения взаимного положения камер зависит корректность сопоставления изображений, восстановление пространственных координат и, следовательно, качество всех последующих вычислений [1]. В связи с этим, в области трехмерного компьютерного зрения особенно актуальной задачей является разработка надежных и эффективных методов калибровки многокамерных систем.

В контексте трехмерной реконструкции параметры камер принято разделять на внутренние и внешние. Внутренние параметры определяют геометрию проекции на плоскость изображения и описывают такие характеристики, как фокусное расстояние, координаты главной точки и коэффициенты дисторсии, возникающей из-за физических ограничений оптической системы. Эти параметры целиком определяются устройством камеры и не зависят от ее положения в пространстве. Внешние параметры, наоборот, характеризуют положение и ориентацию камеры относительно выбранной мировой системы координат, независимо от ее внутренних характеристик. Калибровка обоих типов параметров обычно выполняется с использованием специально размеченных объектов, например, шахматных досок с заранее известными реальными размерами. Такой подход обеспечивает точное определение соответствий между пространственными точками и их изображениями, что позволяет надежно восстанавливать необходимые параметры с высокой точностью.

Для устойчивого пространственного позиционирования применяются специальные визуальные метки с характерными графическими узорами, позволяющие надежно обнаруживать их средствами компьютерного зрения. Одним из широко используемых типов таких меток являются AprilTag – матрицы из черно-белых квадратов с закодированным двоичным идентификатором [2]. Принцип построения кодов предусматривает максимальное взаимное расстояние по Хэммингу между различными метками, что снижает вероятность ошибочной идентификации при автоматическом обнаружении. AprilTag были разработаны в лаборатории APRIL Robotics Laboratory Университета Мичигана (University of Michigan, США) и впервые представлены в 2011 году как универсальное средство для задач локализации и робототехники, став в скором времени стандартом в области визуального позиционирования.

В докладе предлагается подход к вычислению начальных значений внешних параметров камер в многокамерной системе с использованием меток AprilTag. Подразумевается, что внутренние параметры камер предварительно откалиброваны, поскольку их изменение требуется относительно редко и связано в основном с заменой или ремонтом оборудования. Внешние же параметры чувствительны к любым сдвигам и перемещениям камер, из-за чего их калибровка должна выполняться при каждом изменении конфигурации системы. Предлагаемый подход не ориентирован на достижение максимальной точности начального приближения, поскольку полученные значения внешних параметров камер далее планируется уточнять в процессе глобальной оптимизации.

Предлагаемый подход основан на пошаговом восстановлении пространственного положения меток AprilTag с помощью алгоритма PnP (Perspective-n-Point) [3]. Одна из камер устанавливается в центр координат и относительно нее вычисляются положения всех меток, попавших в ее поле зрения. Далее, используя найденные координаты меток, для каждой последующей камеры аналогично определяется ее положение и ориентация в мировой системе координат, а также уточняются положения новых меток, появляющихся в поле зрения. Такой подход обеспечивает формирование начального приближения для дальнейшей калибровки всей системы.

Основным преимуществом предлагаемого подхода является высокая скорость работы, обусловленная эффективностью современных алгоритмов решения задачи PnP. Полученные начальные значения внешних параметров позволяют существенно сократить время работы последующей глобальной оптимизации, обеспечивая быстрое и устойчивое схождение метода. Дополнительным преимуществом является возможность автоматизированного выбора соседних камер на основе полученных приближений, что способствует корректному сопоставлению изображений и улучшению качества итоговой реконструкции.

Библиографический список

1. Shi, Z. Feature Extraction Reimagined: Achieving Superior Accuracy in Camera Calibration // arXiv preprint arXiv:2410.13371. – 2024. – DOI 10.48550/arXiv.2410.13371.
2. Olson, E. AprilTag: A robust and flexible visual fiducial system // 2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation. – 2011. – IEEE. – P. 3400–3407. – DOI 10.1109/ICRA.2011.5979561.
3. Zhou, L. An Efficient and Accurate Algorithm for the Perspective-n-Point Problem / L. Zhou, M. Kaess // 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). – 2019. – IEEE. – P. 6245–6252. – DOI 10.1109/IROS40897.2019.8968482.

РАСЧЕТ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДИФРАКЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОПТИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Д.Р. Иванчук ¹, А.Ю. Иванчук ¹, С.А. Фомченков ^{1,2}

Научный руководитель - Скиданов Р.В. ^{1,2}, д.ф.-м.н., доцент

¹ Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева,

² Отделение "ИСОИ – Самара" Курчатowski ККиФ ФГБУ "НИЦ
"Курчатowski институт"

Одним из основных направлений увеличения вычислительной мощности является разработка оптических логических и вычислительных элементов, они активно используются в пространственных преобразованиях оптических сигналов, в пространственном интегрировании, дифференцировании и распознавании объектов. В работе использовался метод кодирования с использованием локального скачка фазы.

В ходе экспериментальной работы были изготовлены два ДОЭ, предназначенные для дифференцирования изображения и распознавания объектов, с помощью магнетронного напыления с последующим плазмохимическим травлением (ПХТ) и фотолитографии с прямой лазерной записью.

Технологический процесс состоял из 3 основных этапов: напыление, запись, травление. Напыление хрома производилось на установке вакуумного магнетронного напыления EPOS PVD. С целью создания маски для травления в пленке хрома, использовалась станция лазерной записи CLWS 200, которая предназначена для записи микрорельефа с помощью сфокусированного лазерного излучения с длиной волны 532 нм. Рассчитанная маска для записи имела разрешение 8192×8192 пикселей. Затем следовал процесс ПХТ. Глубина травления составила 600 нм и отличается от рассчитанной - 590 нм менее чем на 2%. Изображение ДОЭ с маской хрома представлено на рисунке 1.

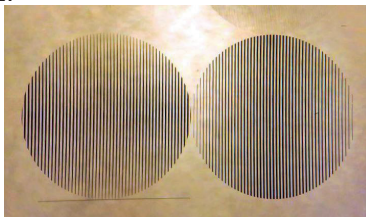


Рисунок 1 – Внешний вид ДОЭ с маской хрома

Для решения задачи распознавания объектов в работе был рассчитан и изготовлен дифракционный оптический элемент в пленке фоторезиста. Запись элемента осуществлялась УФ лазером с длиной волны 405нм. Толщина элемента контролировалась с помощью профилометра KLA Alpha-step D-500. Для экспонирования фоторезиста была использована станция круговой лазерной записи CLWS 200. При генерации машинного файла записи размером 8192×8192 пикселей использовалось 256 уровней градаций микрорельефа. Данный подход позволяет аппроксимировать непрерывный фазовый микрорельеф многоступенчатыми структурами. Далее, после прямой лазерной записи, на поверхности подложки была сформирована структура ДОЭ. Экспонированные участки обладают селективностью по отношению к неэкспонированным. Внешний вид подложки после жидкостного

проявления ДОЭ представлен на рисунке 2.

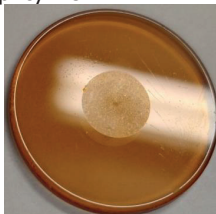
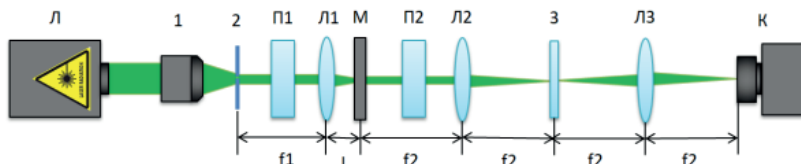


Рисунок 2 – Внешний вид ДОЭ после проявления фоторезиста

ДОЭ были экспериментально исследованы. Использовался лазер с длиной волны 532 нм и мощностью 1 Вт. Оптическая схема установки представлена на рисунке 3.



Л-лазер, 1-микрообъектив, 2-пинхол, П1 и П2-поляризаторы, Л1, Л2, Л3- линзы, М-модулятор, 3-исследуемый ДОЭ, К-камера

Рисунок 3 – Оптическая схема экспериментальной установки

В ходе эксперимента были получены результаты, представленные на рисунках 4.

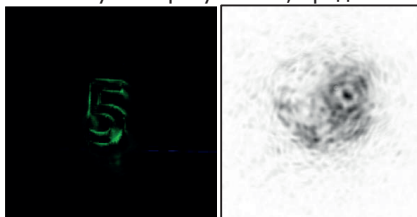


Рисунок 4 – Результат работы ДОЭ, выполняющий дифференцирование по оси X (слева), результат работы ДОЭ для распознавания образов (справа)

Библиографический список

1. Мисиевич С.К., Скиданов Р.В. Разработка итеративного алгоритма расчета фазовой функции для пространственного модулятора света
2. Волков А.В., Головашкин Д.Л., Досколович Л.Л., Казанский Н.Л., Котляр В.В., Павельев В.С., Скиданов Р.В., Соيفер В.А., Соловьев В.С., Успенев Г.В., Харитонов С.И., Хонина С.Н. Методы Компьютерной оптики – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.-688С.

КЛЮЧЕВАЯ РОЛЬ СЕНСОРНОГО ВОСПРИЯТИЯ В АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

В.А. Карамзин

Научный руководитель – Куляс О.Л., к.т.н., с.н.с.

**Поволжский государственный университет телекоммуникаций
и информатики**

Современная транспортная отрасль переживает фундаментальную трансформацию, движущей силой которой является стремлением к повышению безопасности, эффективности и экологичности [2]. Ключевым технологическим барьером на пути к полной автономности является проблема создания надежной, точной и всепогодной системы восприятия окружающей среды [1]. Если водитель-человек опирается на комплексное восприятие органов чувств, то автономная система нуждается в своем цифровом аналоге. Эта система должна в реальном времени решать комплекс задач: детектировать и классифицировать объекты [4], оценивать их скорость и траекторию, строить карту свободного пространства для маневрирования и предсказывать развитие дорожной ситуации. Настоящая статья посвящена анализу критической роли систем сенсорного восприятия в контексте трансформации транспортной отрасли, связанной с развитием автономных систем. Рассматривается комплексный подход к созданию «цифрового восприятия» окружающей среды автономным транспортным средством. Проводится детальный обзор ключевых сенсорных технологий [1]:

- лидаров–предназначенных для создания высокоточных 3D-карт окружающего пространства. Принцип действия: измерение расстояния до объектов с помощью лазерных импульсов путем вычисления времени задержки между излучением и приемом отраженного сигнала;
- радаров– предназначенных для определения расстояния, скорости и угла расположения объектов. Принцип действия: излучение радиоволн и прием их отражений;
- камер видимого спектра– предназначенных для распознавания и классификации объектов, обеспечения семантического понимания происходящего. Принцип действия: захват изображений в видимом диапазоне света с последующей обработкой алгоритмами компьютерного зрения;
- ультразвуковых датчиков– предназначенных для обнаружения объектов на близком расстоянии. Принцип действия: излучение звуковых волн высокой частоты и анализ времени их возвращения;
- навигационных систем– предназначенных для определения глобального местоположения и траектории движения транспортного средства. Принцип действия: прием сигналов от спутников и вычисление координат на основе времени задержки сигнала.

Анализируются их сильные и слабые стороны, особенности работы и вклад в формирование целостной модели окружающего пространства. Наибольшее внимание уделено проблемам сенсорной интеграции [3], фильтрации данных и обеспечения отказоустойчивости в условиях неопределенности и враждебной среды. В работе также исследуются современные архитектуры обработки сенсорных данных, включая подходы на основе классического машинного зрения и глубокого обучения [4]. В заключение обозначены перспективные направления развития сенсорных систем, такие как использование ИИ для предсказательной аналитики, стандартизация протоколов обмена данными и создание сенсорных комплексов.

Библиографический список

1. Глушков А.В., Иванов С.К. Системы восприятия окружающей среды для автономных транспортных средств // Датчики и системы. – 2022. – № 5. – С. 45-53.
2. Ермаков С.А. Интеллектуальные транспортные системы: основы построения и перспективы развития. – М.: Издательский дом «Транспорт», 2021. – 320 с.
3. Коршунов К.Л. Алгоритмы сенсорной интеграции в задачах навигации мобильных роботов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2020. – Т. 15, № 3. – С. 112-125.
4. Петров Д.И., Сидоров А.А. Применение глубокого обучения для детекции объектов в автономном вождении // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2023. – № 1. – С. 78-89.

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ФИЛЬТРАЦИИ ШУМОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ**

А.В. Кацер

Научный руководитель – Ефимов А.И., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается проблема восстановления изображений, которые подверглись некоторым случайным воздействиям. Производится разработка алгоритмов и программного обеспечения, позволяющих осуществлять фильтрацию шумов на изображениях. Разработанное программное обеспечение предназначено для восстановления изображений, искаженных помехами, которые описаны с помощью аддитивной, импульсной и мультипликативной модели шумов. Восстановление изображений осуществляется путем применения гауссова размытия, медианного фильтра, линейного сглаживающего фильтра, а также билатерального фильтра. Предоставляется возможность выбора размерности апертуры фильтра.

Проведены исследования для выявления алгоритма и размерности апертуры, которые являются наиболее эффективными для устранения нежелательных флуктуаций яркости, которые описаны вышеперечисленными моделями случайных помех.

Библиографический список

1. Апальков И.В., Хрящев В.В. Удаление шума из изображений на основе нелинейных алгоритмов с использованием ранговой статистики. — Ярославский государственный университет, 2007.
2. Анисимов Б.В., Курганов В.Д., Злобин В.К. Распознавание и цифровая обработка изображений М.: Высшая школа, 1983, 150 с.
3. Бугулов, М. Р. Сравнительный обзор технологий программного шумоподавления на растровых изображениях / М. Р. Бугулов // Вестник современных исследований. – 2017. – № 12-1(15). – С. 135-138.
4. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений, М: Техносфера, 2005, 1105 с.
5. Дарья Калинкина, Дмитрий Ватолин. Проблема подавления шума на изображениях и видео и различные подходы к ее решению. Компьютерная графика и мультимедиа. Выпуск №3(2)/2005.

6. Жук, С. В. Обзор методов подавления шумов на растровых изображениях / С. В. Жук // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2009. – № 6(54). – С. 112-115.

7. Климбасов, А. А. Аналитический обзор методов удаления шумов на изображений / А. А. Климбасов, О. А. Найдович, Д. Ю. Перцев // Big Data and Advanced Analytics. – 2021. – № 7-1. – С. 117-123

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАПОЛНЕННОСТИ САЛОНА ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Н.А. Лютиков, Г.В. Овечкин

Научный руководитель – Овечкин Г.В., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Актуальность. Современные города сталкиваются с целым рядом проблем, связанных с неравномерной загруженностью маршрутов общественного транспорта [2]. На отдельных участках наблюдается хроническая перегруженность, в то время как другие линии используются недостаточно эффективно. Наличие достоверных данных о заполненности салонов транспортных средств в разные временные интервалы позволяет оптимизировать движение подвижного состава, уменьшить интервалы в часы пик и сократить избыточные рейсы в периоды пониженного спроса. Таким образом, внедрение систем автоматизированного мониторинга пассажиропотока представляет собой один из ключевых инструментов развития «умного города».

Кроме того, задача оценки заполненности имеет значение не только для транспортных операторов, но и для пассажиров. Интеграция таких систем с мобильными приложениями и информационными табло позволяет людям заранее получать сведения о загруженности транспортных средств, что способствует равномерному распределению пассажиропотоков и снижению дискомфорта при поездках.

Особенности и варианты реализации. Задача оценки заполненности салона может решаться различными способами в зависимости от архитектуры транспортного средства, технических возможностей и требований к точности измерений. В рамках разработки интеллектуального программного обеспечения можно выделить два основных подхода, отличающихся по структуре сбора данных и методике анализа [1, 2].

1. Использование одной камеры внутри салона. Такой подход наиболее целесообразен для транспортных средств малого и среднего размера. Камера устанавливается в позиции, обеспечивающей полный обзор внутреннего пространства, и периодически делает снимки. Полученные изображения анализируются программным обеспечением, которое выполняет детекцию и подсчёт присутствующих в кадре пассажиров. Преимуществом данного метода является относительная простота установки и низкие вычислительные затраты. Однако точность оценки может снижаться при значительных перекрытиях объектов, изменении освещения или сложных конфигурациях салона [2].

2. Использование видеокamer, установленных у входов. Второй вариант ориентирован на транспортные средства любого размера. В данном случае камеры размещаются вблизи дверей и осуществляют видеосъёмку в режиме реального времени. Программное обеспечение выполняет идентификацию фактов входа и

выхода пассажиров. Такой подход обеспечивает высокую точность даже при частичном перекрытии обзора внутри салона, поскольку контроль осуществляется по событиям перемещения [2].

В докладе рассмотрены подходы к оценке заполненности салона общественного транспорта на основе анализа изображений салона и потоков входа-выхода пассажиров, проанализированы их преимущества и ограничения.

Библиографический список

1. Kim H., Sohn M.-K., Lee S.-H. Development of a Real-Time Automatic Passenger Counting System using Head Detection Based on Deep Learning [Электронный ресурс] // Journal of Information Processing Systems. – 2022. – Vol. 18, No. 3. – P. 428-442. – DOI: 10.3745/JIPS.04.0246. – Режим доступа: https://s3.ap-northeast-2.amazonaws.com/journal-home/journal/jips/fullText/760/jips_18_3_12.pdf (дата обращения: 29.10.2025).
2. Radovan A., Mršić L., Đambić G., Mihaljević B. A Review of Passenger Counting in Public Transport Concepts with Solution Proposal Based on Image Processing and Machine Learning [Электронный ресурс] // Eng. – 2024. – Vol. 5, No. 4. – DOI: 10.3390/eng5040172. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2673-4117/5/4/172> (дата обращения: 29.10.2025).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ КОРРЕКЦИИ СМАЗА И РАСФОКУСИРОВКИ НА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

К.И. Соколов, Н.В. Макарова

**Военное представительство Министерства обороны Российской Федерации,
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В современных системах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) при сканировании земной поверхности нередко возникают такие искажения как смаз и расфокусировка. Смаз возникает когда скорость движения спутника не согласована с частотой опроса сканирующих фотоприемных элементов, а расфокусировка из-за деформации фокальной плоскости датчика.

Задача устранения смаза и расфокусировки хорошо изучена, ей посвящено множество публикаций. Модель искажений в простейшем линейном случае имеет вид:

$$y = x \otimes H + e, \quad (1)$$

где y – регистрируемое изображение на выходе датчика, x – идеальное изображение, которое сформировал бы идеальный датчик, не имеющий искажений, \otimes – операция свертки, H – импульсная характеристика фильтра, описывающего смаз и расфокусировку, e – случайный шум датчика.

Задача коррекции сводится к поиску приемлемой оценки \tilde{x} по известному y . Как известно, это не корректно поставленная задача, не имеющая однозначного решения. Наиболее прямой «интеллектуальный» подход к обращению (1) – это использование нейронной сети [1], обученной на примерах реальных изображений. При этом формально

$$\tilde{x} = f(y, H, \theta), \quad (2)$$

где f – некоторая сложная нелинейная функция, описывающая работу нейросети, θ – набор параметров нейросети, которые подбираются в процессе её обучения,

При этом критерием обучения нейронной сети естественно выбрать близость восстановленного по (2) изображения к истинному, т.е. минимум разности $x - f(y, H, \theta)$ по некоторой норме. При данном подходе нейросеть обучают на синтетическом наборе данных, беря разнообразные четкие изображения x и формируя на их основе искаженные.

Преимущества нейросети для задачи коррекции очевидны. В то время как методы на основе моделей опираются на интуицию разработчиков алгоритма при выборе функции регуляризации, нейросеть изначально ставит целью наилучшим образом воссоздать истинные изображения, причем представленные реальными примерами изображений ДЗЗ. Также, заранее обученная сеть может выполнять коррекцию изображений достаточно быстро при реализации параллельных вычислений на специализированном нейропроцессоре или GPU.

Недостаток рассмотренного подхода в том, что нейросеть при обучении настраивается на конкретную форму функции рассеяния точки и конкретный уровень шума на изображениях. При изменениях этих параметров необходимо повторное обучение сети.

Конкретным воплощением описанного «прямого» нейросетевого подхода является алгоритм DCNN [2]. Эта сеть даёт более качественные результаты, чем классическая Винеровская фильтрация, а также многие другие методы на основе моделей.

Библиографический список

1. Zhang K., Zuo W., Gu S., Zhang L. Learning deep CNN denoiser prior for image restoration // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition – 2017.
2. Xu L., Ren J.S., Liu C., Jia J. Deep convolutional neural network for image deconvolution // Advances in Neural Information Processing Systems – 2014. P.1790–1798.

Секция 8. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

АССОЦИАТИВНАЯ ЗАЩИТА КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ

А.В. Антипина, С.С. Митогуз

Научный руководитель — Гречкин Н.Л., старший преподаватель

**Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения**

Аннотация: В статье рассматривается архитектура специализированной системы управления базами данных (СУБД) с применением ассоциативных методов защиты для организационных систем. Предложено двухуровневое построение СУБД, проанализированы моно- и мультикластерные подходы.

Введение: Обеспечение безопасности пространственных данных в корпоративных геоинформационных системах представляет собой актуальную научно-практическую задачу. В рамках исследования разработана архитектура специализированной системы управления базами данных (СУБД), которая реализует ассоциативные методы защиты для повышения уровня безопасности организационных систем.

В основу системы положена двухуровневая архитектура «клиент-сервер». Серверный уровень построен на вычислительном кластере с управляющим узлом и множеством вычислительных узлов для параллельной обработки данных. Клиентский уровень обеспечивает интерфейс пространственных запросов и интеграцию с корпоративными приложениями [1].

Актуальность исследования обусловлена возрастающими требованиями к защите геоданных в условиях цифровой трансформации. Предлагаемый подход позволяет обеспечить конфиденциальность пространственной информации без нарушения функциональности геоинформационных систем [2].

Модели и методы: Основой системы является алгоритм ассоциативного маскирования, описываемый формулой:

$$M(x, y) = (K \otimes P(x, y)) \oplus R,$$

где $M(x, y)$ -маскированные координаты, K -секретный ключ, $P(x, y)$ - исходные координаты объекта, R -случайная компонента, \otimes, \oplus - операции ассоциативного преобразования.

Рассматриваемая СУБД состоит из двух уровней:

Серверный уровень включает:

- Управляющий узел для координации работы
- Вычислительные узлы для параллельной обработки
- Механизмы балансировки нагрузки

Клиентский уровень обеспечивает:

- Интерфейс для пространственных запросов
- Локальную обработку данных
- Интеграцию с корпоративными приложениями

Разрабатываемая СУБД проектировалась с учетом требований организационных систем: масштабируемость, отказоустойчивость, совместимость с ИТ-инфраструктурой [3].

Процесс формирования базы данных представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы формирования БД

Этап 1. ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ И ИНТЕГРАЦИЯ	Этап 2. ОБРАБОТКА БИЗНЕС-ОБЪЕКТОВ	Этап 3. УПРАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫМИ ОБЪЕКТАМИ	Этап 4. ЗАЩИТА И РАСПРЕДЛЕНИЕ
Подключение к корпоративной СУБД MySQL	Импорт точечных объектов инфраструктуры	Обработка маршрутов и коммуникаций	Распределение данных между узлами кластера
Загрузка метаданных из картографических источников	Классификация по бизнес-слоям	Оптимизация для пространственных запросов	Применение ассоциативного маскирования
Создание структуры БД по корпоративным стандартам	Кластеризация и преобразование координат	Обеспечение целостности данных	Верификация соответствия политикам безопасности

Сравнительный анализ архитектур: Экспериментальное исследование эффективности моно- и мультикластерной архитектур проводилось на тестовом стенде с идентичной конфигурацией оборудования. Измерялись два ключевых параметра: среднее время выполнения одиночного запроса и общее время обработки пакета из 1000 запросов.

Результаты испытаний:

- Монокластерная архитектура: среднее время запроса - 45 мс, общее время пакета - 38.2 с
- Мультикластерная архитектура: среднее время запроса - 65 мс, общее время пакета - 54.8 с.

Заключение: Разработанное решение обеспечивает соответствие требованиям корпоративных стандартов безопасности и может быть интегрировано с существующими системами мониторинга и управления. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка модулей интеграции с корпоративными системами управления и адаптация методов защиты для распределенных организационных структур [4].

Библиографический список

1. Казарин, О.В. Защита информации в автоматизированных системах: учебное пособие / О.В. Казарин, В.Н. Шнейдер. – М.: Гелиос АРВ, 2021. – 336 с.
2. Рогачев Г. Н. Программные средства MATLAB для моделирования, анализа и синтеза систем управления: учебное пособие / Рогачев Г. Н. - Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. – 33 с.
3. Шеххар Ш. Основы пространственных баз данных / Ш. Шеххар, С. Чаула. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. – 61 с.
4. Шнайер, Б. Прикладная криптография / Б. Шнайер. – М.: Диалектика, 2021. – 84 с.

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ РАЗМЫТИЯ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

С.Д. Антонушкина

Научный руководитель – Князьков П.А., к.т.н.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Размытие космических изображений приводит к потере деталей и напрямую снижает возможности распознавания и интерпретации наблюдаемых объектов. Согласно [1] размытие (смаз) определено как ухудшение линейного разрешения на местности в спектральном канале, которое приводит к смешению границ наблюдаемых объектов съемки. Размытие космических изображений может быть вызвано расфокусировкой оптической системы, движением космического аппарата относительно наблюдаемой сцены, атмосферными искажениями, вибрациями или ошибками обработки.

Определение дефектов размытия космических изображений позволяет контролировать настройки съемочной аппаратуры, выявлять необходимость применения возможных процедур коррекции изображений или исключать некачественные изображения из обработки, поэтому информация о наличии дефекта размытия также должна сопровождать данные разных уровней обработки [2].

Анализ способов оценки размытости изображения показывает, что эти способы можно разделить на три группы: пространственные, частотные и современные способы на основе нейронных сетей.

Пространственные методы основаны на анализе градиентов, границ и других особенностей изображений. К таким методам относят вычисления на основе операторов Лапласа, Собела, Превитта, Робертса, подходы анализа гистограмм и границ изображений. Достоинством пространственных методов для оценки размытости изображений является простота реализации, высокая скорость вычислений для большинства способов, вплоть до возможности обработки данных в близком к реальному времени получения, и простая интерпретация результатов.

Частотные методы основаны на анализе результатов дискретного преобразования Фурье, дискретного косинусного преобразования изображений и разложения изображения в вейвлет-базисе. Достоинством частотных методов для оценки размытия является физическое проявление размытости в потере высоких частот преобразований, повышенная устойчивость к шуму изображений в сравнении с пространственными методами и возможность определять вид размытия со смазом.

Методы на основе нейронных сетей позволяют оценивать размытие после обучения на размеченных наборах данных. Достоинством этих методов является высокая точность и возможность обучения на обнаружение различных типов размытия.

В докладе рассмотрены и представлены результаты применения пространственных, частотных и нейросетевых подходов к оценке размытости космических изображений с различными уровнями и типами размытия.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 70778-2023. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Типовые артефакты оптических данных: введ. впервые: дата введения 2023-10-16. — Москва: Российский институт стандартизации, 2023. — 20 с.;

2. ГОСТ Р 59480-2021. Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Уровни обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса: введ. впервые: дата введения 2021-06-04. — Москва: Стандартинформ, 2021. — 12 с.

МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА

О.А. Бодров, Д.А. Андреев, К.В. Авдеев

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Ключевой проблемой современных городов является отсутствие у жителей доступа к объективным и детализированным данным о качестве воздуха вблизи их домов. Государственные станции мониторинга немногочисленны и предоставляют обобщенные данные, в то время как профессиональное оборудование остается недоступным для рядового потребителя из-за высокой стоимости [1]. Этот информационный вакуум лишает людей возможности принимать обоснованные решения о своем здоровье и активно участвовать в решении экологических проблем своих районов. Рост экологической обеспокоенности и осознание прямого влияния загрязнения воздуха на здоровье делают эту проблему особенно острой [2].

В качестве решения данной проблемы предлагается разработанный мобильный комплекс анализа качества воздуха AirGuard. Это комплексное решение, состоящее из сети автономных персональных станций и облачной платформы для обработки данных. Устройство измеряет концентрации специфических вредных газов, таких как HCHO , NO_2 , NH_3 и H_2S . Его ключевые преимущества — доступная цена, достигаемая за счет простой конструкции и использования стандартных компонентов, и предельная простота использования. Пользователь может установить станцию на балконе или окне без специальных навыков. Данные в реальном времени передаются по Wi-Fi на сервер, где формируется публичная интерактивная карта загрязнений. Важной особенностью продукта является его масштабируемость — платформа позволяет легко добавлять новые датчики, например, для измерения температуры и влажности.

Внедрение разработанного мобильного комплекса AirGuard дает положительный эффект. Во-первых, жители и активисты получают конкретные факты о состоянии воздуха в режиме реального времени, что формирует доказательную базу для диалога с властями и промышленными предприятиями. Во-вторых, создается детализированная карта экологической обстановки, недостижимая при использовании других методов мониторинга. Это способствует развитию научных подходов при анализе экологической обстановки, вовлекая широкие слои населения в сбор важных данных [3]. В-третьих, органы местного самоуправления получают инструмент для точечного контроля и принятия более обоснованных решений в области экологической политики.

Библиографический список

1. Качество атмосферного воздуха и здоровье [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. — 2021. — URL: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (дата обращения: 27.10.2025).

2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад / Министерство природных ресурсов и экологии РФ. — Москва: Минприроды России, 2022. — 700 с.

3. Haklay, M. Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation / M. Haklay // Crowdsourcing Geographic Knowledge: Citizen Science and Volunteered Geographic Information / ed. by D. Sui, S. Elwood, M. Goodchild. – Dordrecht: Springer, 2013. – P. 105–122.

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМА ГРОВЕРА С КЛАССИЧЕСКИМИ АЛГОРИТМАМИ В НЕСТРУКТУРИРОВАННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ

А.И. Бракаренко, И.В. Богатырев

Научный руководитель – Проказникова Е.Н., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе проводится сравнительный анализ алгоритма Гровера (квантового алгоритма поиска) с классическими методами поиска в неструктурированной базе данных

– 1. Постановка задачи поиска в неструктурированной базе данных

1.1. Характеристика задачи

- поиск элемента (ключа, записи) в наборе данных;
- отсутствие предварительной структуры или индексации элементов.

1.2. Классический подход к решению

необходимость последовательного перебора всех элементов;
линейная проверка каждого элемента до нахождения искомого.

1.3. Временная сложность классического алгоритма

$O(N)$, где N — количество элементов в базе данных.

– 2. Алгоритм Гровера: принципы и особенности квантового поиска

2.1. Квантовые принципы, лежащие в основе алгоритма

- суперпозиция состояний;
- интерференция амплитуд вероятностей.

2.2. Основная идея алгоритма

- использование квантовых состояний для параллельного рассмотрения всех возможных решений;
- постепенное усиление амплитуды вероятности искомого состояния.

2.3. Ключевые компоненты алгоритма

- оператор Гровера (Grover operator);
- механизм отражения амплитуд относительно среднего значения.

2.4. Вычислительная сложность

$O(\sqrt{N})$, где N — количество элементов в базе данных.

– 3. Сравнительный анализ эффективности алгоритмов

3.1. Временная сложность

- квантовый поиск ($O(\sqrt{N})$);
- классический поиск ($O(N)$);
- преимущество квантового алгоритма: ускорение в \sqrt{N} раз.

3.2. Пространственная сложность

- квантовый алгоритм требует квантового регистра;
- асимптотически не увеличивает объем памяти по сравнению с классическим подходом.

3.3. Практическая реализуемость

- классические алгоритмы: доступны и широко используются;
- квантовые алгоритмы: ограничены размерами существующих квантовых процессоров.

3.4. Устойчивость к ошибкам

- классические вычисления: высокая надёжность;
- квантовые вычисления: подвержены шуму, требуют механизмов коррекции ошибок.

– 4. Ограничения и условия применимости алгоритма Гровера

4.1. Сфера применения

- исключительно для поиска в неструктурированных данных;
- неприменим при наличии дополнительных связей между элементами.

4.2. Характер ускорения

- квадратичное (в \sqrt{N} раз), а не экспоненциальное;
- уступает по масштабу ускорения алгоритму Шора.

4.3. Технические требования

- необходимость точного расчёта числа итераций: $\approx \frac{\pi}{4} \times \sqrt{N}$;
- потребность в квантовом вычислительном устройстве.

4.4. Практические области использования

- задачи оптимизации;
- криптоанализ;
- машинное обучение.

– 5. Выводы

5.1. Основные преимущества алгоритма Гровера

- демонстрация квадратичного ускорения относительно классического поиска;
- подтверждение потенциала квантовых вычислений даже для базовых задач.

5.2. Текущие ограничения

- технологическая незрелость квантовых вычислительных систем;
- ограниченная масштабируемость существующих квантовых процессоров.

5.3. Перспективы развития

- дальнейшее совершенствование квантового оборудования;
- расширение сферы практического применения алгоритма для обработки больших массивов данных.

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ДАННЫМ КА «SENTINEL-2»

А.С. Вендин, С.А. Ларюков

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Обнаружение водных объектов на спутниковых снимках является одним из ключевых направлений использования данных дистанционного зондирования Земли. В настоящей работе рассматриваются технологии сегментации водных объектов по данным космического аппарата (КА) «Sentinel-2» с использованием архитектуры искусственной нейронной сети (ИНС) «Lanky U-Net» [1]. Применение нейросетевых подходов при анализе подобных данных позволяет оперативно получать достоверные сведения, минимизируя человеческий фактор.

В роли источника для поиска исходных изображений выступает веб-сервис Sentinel-Hub [2], а в качестве средства загрузки – открытое облачное хранилище AWS Sentinel-2 L2A [3]. Для формирования обучающего набора данных выбираются мультиспектральные изображения, охватывающие регионы России от Центральной части до Дальнего Востока. Загружаются только необходимые каналы B3 (543-578 нм), B4 (650-680 нм), B8 (785-899 нм), B11 (1565-1655 нм) [4]. Маски водных объектов строятся на основе индекса NDWI (Normalized Difference Water Index) [5] с использованием каналов B8 и B3 по формуле (1):

$$NDWI = \frac{B3 - B8}{B3 + B8} \quad (1)$$

Для каждого изображения пороговая величина подбирается индивидуально с целью получения как можно более точного выделения водных объектов при минимизации ложных срабатываний, например на пиксели облаков. Итоговые маски проверяются вручную и, при необходимости, корректируются.

Набор данных, сформированный из изображений, состоящих из каналов B4, B8, B11 и масок водных объектов, разбивается на перекрывающиеся фрагменты (тайлы) размером 512 на 512 пикселей. Итоговый набор данных включает 8393 тайла изображений и соответствующих им масок водных объектов.

Для сегментации водных объектов используется архитектура ИНС «Lanky U-Net», являющаяся модификацией классической «U-Net», адаптированной под задачу бинарной классификации. Оптимизация проводится с помощью алгоритма Adam [6], в качестве функции потерь применяется бинарная кросс-энтропия. Обучение модели осуществляется в облачном сервисе Google Colab [7] в течение 142 эпох.

Изображения и маски сжимаются без потерь по алгоритму Deflate [8] в целях повышения производительности и снижения объема передаваемых данных в Google Colab. Модель демонстрирует высокое качество сегментации. По результатам обучения были получены следующие показатели: ошибка первого рода составила 0,014, ошибка второго рода – 0,029, общая точность сегментации – 0,985.

В докладе подробно представлена информация о применении нейросетевых технологий для сегментации водных объектов и описаны особенности их использования.

Библиографический список

1. А.Э. Москвитин, В.А. Ушенкин, С.А. Ларюков. Алгоритм и программный комплекс высокоскоростной нейросетевой сегментации облачности на панхроматических изображениях от космических аппаратов «Ресурс-П» // Цифровая обработка сигналов №3/2023. С 8-18.
2. Sentinel Hub [Электронный ресурс] // URL: <https://www.sentinel-hub.com/> (дата обращения: 01.10.2025).
3. Amazon Web Services [Электронный ресурс] // URL: <https://aws.amazon.com/> (дата обращения: 01.10.2025).
4. E. Portales-Julia, G. Mateo-Garcia, C. Purcell, L. Gomez-Chova. Global flood extent segmentation in optical satellite images // Sci Rep. 2023 Nov 20;13(1).
5. NDWI Normalized Difference Water Index [Электронный ресурс] // URL: <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/ndwi/> (дата обращения: 05.10.2025).
6. D.P. Kingma, J.L. Ba. Adam: a method for stochastic optimization // ICLR 2015.

7. Google Colab [Электронный песчур] // URL: <https://colab.research.google.com/> (дата обращения: 05.10.2025).

8. Описание формата сжатия Deflate [Электронный песчур] // URL: https://compression.ru/download/articles/lz/mihalchik_deflate_decoding.html (дата обращения: 05.10.2025).

ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ИЗМЕНЕНИЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ПЛОЩАДНОЙ СЪЁМКИ

А.С. Горобченко

Научный руководитель – Соколова Ю.С., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается задача автоматического подбора параметров алгоритмов обнаружения изменений на изображениях площадной съёмки. Основное внимание уделено поиску субоптимальных параметров, позволяющих получить маски изменений схожих с результатом ручного выделения оператором.

Целью исследования является сравнение и адаптация трёх подходов к подбору параметров: детерминированного (поиск по сетке) и двух биоинспирированных – генетического и алгоритма роя частиц [1–3].

Задача подбора субоптимальных параметров алгоритмов обнаружения изменений определена как оптимизация целевой функции, представляющей собой среднее значение коэффициента пересечения над объединением (IoU) между предсказанными и эталонными масками изменений на валидационной выборке.

Для решения задачи рассматриваются три подхода. Первый – поиск по сетке, при котором осуществляется полный перебор всех возможных комбинаций параметров в заданных дискретных диапазонах. Подход гарантирует нахождение наилучшего решения в пределах заданной сетки, однако его вычислительная сложность растёт экспоненциально с увеличением числа параметров, что делает его практически неприменимым при большом числе настраиваемых параметров.

Второй подход – использование генетического алгоритма, имитирующего естественный отбор [3]. В рамках подхода выполняется случайная генерация множества потенциальных решений (популяции), каждое из которых оценивается по значению целевой функции. На основе этих оценок отбираются наиболее приспособленные решения, из которых формируются новые кандидаты. Процесс повторяется до достижения условия остановки, например, заданного числа поколений или малое значение приращения целевой функции. Генетический алгоритм устойчив к локальным экстремумам и хорошо масштабируется на задачи с большим числом параметров, но требует значительного количества вычислений целевой функции.

Третий подход – применение алгоритма роя частиц, моделирующего коллективное поведение [1, 2]. Каждая «частица» представляет собой потенциальное решение и перемещается в пространстве параметров, корректируя свою траекторию на основе собственного лучшего результата и лучшего результата всей группы. Алгоритм демонстрирует быструю сходимость на гладких участках целевой функции, однако оказывается чувствительным к шуму и может преждевременно сходиться к локальному экстремуму.

Сравнительный анализ показывает, что в условиях задачи обнаружения изменений, где целевая функция вычисляется по размеченным изображениям и может содержать

шум из-за особенностей разметки, генетический алгоритм обеспечивает наибольшую надёжность и устойчивость. Алгоритм роя частиц эффективен при тонкой настройке в окрестности уже найденного решения, а поиск по сетке целесообразен лишь для грубой оценки или при малом числе параметров.

Эксперимент выполняется в три этапа. На первом этапе подготавливается размеченная выборка изображений земной поверхности, разделённая на обучающую и тестовую подвыборки, охватывающие различные типы местности. На втором этапе на обучающей выборке запускаются все три метода подбора параметров с соответствующими настройками. На третьем этапе найденные конфигурации параметров применяются к независимой тестовой выборке и сравниваются значения метрики качества (IoU).

Работа показывает, что автоматический подбор параметров с использованием биоинспирированных методов позволяет достичь высокого качества настройки параметров для алгоритмов обнаружения изменений при разумных вычислительных затратах. Наилучшие результаты для алгоритмов на основе нечётких мер схожести и текстурного анализа [4] получены с применением генетического алгоритма, что подтверждает его эффективность в условиях шумной целевой функции, характерной для реальных данных площадной съёмки.

Библиографический список

1. Chen Q., Chen Y., Jiang W. Genetic Particle Swarm Optimization–Based Feature Selection for Very-High-Resolution Remotely Sensed Imagery Object Change Detection / Q. Chen, Y. Chen, W. Jiang // *Sensors*. — 2016. — Vol. 16, No. 8. — DOI: 10.3390/s16081204.
2. Kus H., Yavariabdi A. Self-Adaptive Hybrid PSO-GA Method for Change Detection Under Varying Contrast Conditions in Satellite Images // *SAI Computing Conference* — 2016. — pp. 361-368. — DOI: 10.1109/SAI.2016.7556007.
3. Dora L., Agrawal S., Panda G., Abraham A. An Evolutionary Single Gabor Kernel Based Filter Approach / L. Dora, S. Agrawal, G. Panda, A. Abraham // *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. — 2017. — Vol. 64. — pp. 111–126. — DOI: 10.1016/j.engappai.2017.06.005.
4. Горобченко А. С., Егин М. М. Применение алгоритмов обнаружения изменений для обработки данных площадной съёмки // Материалы Тринадцатой международной научно-технической конференции АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ. — 2025. — С. 102–103.

АЛГОРИТМ БОРТОВОГО СЖАТИЯ РАДИОГОЛОГРАММ С УМЕНЬШЕННЫМИ ПОТЕРЯМИ НА ОСНОВЕ НЕРАВНОМЕРНОГО БЛОЧНО- АДАПТИВНОГО КВАНТОВАНИЯ И ЭНТРОПИЙНОГО КОДИРОВАНИЯ

С.И. Гусев, В.А. Ушенкин

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Для детальной радиолокационной съёмки Земли из космоса применяют радиолокаторы с синтезированной апертурой антенны, которые формируют специфический сигнал — радиоголограмму, содержащую пространственно протяженные отклики на точечные объекты. Детальное радиолокационное

изображение с компактными откликами на точечные цели синтезируется путем цифровой обработки радиоголограммы в ходе ее фокусировки.

В связи с постоянно возрастающим объемом целевой информации, формируемой космическими аппаратами дистанционного зондирования Земли, и ограниченной пропускной способностью радиолиний актуально сжатие целевой информации при ее передаче по радиолинии. В системах оптической съемки, сразу формирующих изображение если не целиком, то хотя бы в виде отдельных перекрывающихся сканов или кадров, могут быть применены классические алгоритмы сжатия изображений, в основу которых положено предположение, что значения сигнала в соседних пикселях изображения в большинстве случаев близки друг к другу. Однако при радиолокационной съемке это предположение не состоятельно, что делает классические алгоритмы сжатия изображений непригодными для сжатия радиоголограмм.

В зарубежных космических РСА в основу алгоритма сжатия радиоголограмм положен принципиально иной подход, чем при сжатии изображений. Он заключается в блочно-адаптивном квантовании (БАК) комплексного сигнала радиоголограммы. В пределах каждого блока сигнал нормализуется, коэффициенты нормализации записываются в выходной поток, а нормализованный сигнал единообразно квантуется.

БАК обычно независимо применяется к действительной и мнимой составляющим комплексного сигнала, значения которых в отсутствие шумов имеют нормальное распределение с нулевым средним. За счет неравномерности распределения становится возможным дополнительное сжатие РГ с помощью энтропийного кодирования квантованного сигнала. При этом распределение значений квантованного сигнала, а, следовательно, и энтропия, и средняя длина кода существенно зависят от выбора порогов квантования.

Сочетание БАК и энтропийного кодирования было предложено в алгоритме FDBAQ, разработанном для КА «Sentinel-1» [1]. В FDBAQ применяется равномерное квантование, шаг которого подбирается с использованием методов одномерной оптимизации с целью достижения минимума вносимых искажений при заданной степени сжатия.

Если равномерное квантование заменить неравномерным, то можно добиться лучших результатов, однако при этом существенно усложняется оптимизационная задача. Авторами настоящей работы для ее решения предложен итерационный алгоритм, являющийся адаптацией метода покоординатного спуска [2]. Целью оптимизации при этом является максимизация отношения сигнал-шум на изображении, синтезированном из сжатой радиоголограммы, нормированного средней длиной кода отсчета радиоголограммы.

Отношение сигнал-шум квантования на радиоголограмме может быть рассчитано теоретически, исходя из нормального распределения значений квадратурных составляющих комплексного сигнала. В ходе синтеза изображения из радиоголограммы за счет когерентной обработки отношение сигнал-шум повышается. Степень повышения зависит от размеров фильтра, используемого при синтезе, и сюжета изображения. Проведены экспериментальные исследования, в результате которых получена усредненная зависимость повышения отношения сигнал-шум от параметров синтеза изображения из радиоголограммы. Данная зависимость используется для расчета значений целевой функции при решении оптимизационной задачи.

Большой объем вычислений, необходимый для расчета значений порогов квантования, требуется только при наземном проектировании средств бортовой обработки. Рассчитанные значения порогов могут быть «защиты» в память бортового устройства, что позволит вычислительно эффективно обрабатывать радиолограммы на борту космического аппарата.

Библиографический список

1. Attema E., Cafforio C., Gottwald M. et al. Flexible Dynamic Block Adaptive Quantization for Sentinel-1 SAR Missions // IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 2010, vol. 7, no. 4, pp. 766–770.
2. Гусев С.И., Еремеев В.В., Ушенкин В.А., Черный А.Н. Алгоритм сжатия радиолограмм на борту космических аппаратов с PCA // Цифровая обработка сигналов. 2022. №1. С. 3–7.

УТОЧНЕНИЕ УГЛОВОЙ ОРИЕНТАЦИИ РАДИОЛОКАЦИОННОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СФОРМИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

С.И. Гусев, В.А. Ушенкин

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается задача уточнения угловой ориентации космического аппарата радиолокационного наблюдения Земли путем анализа целевой информации (радиолокационных изображений) в сбойных ситуациях, когда точность собранной на борту измерительной информации оказывается недостаточно высокой.

Уточнение угловой ориентации выполняется в 2 этапа.

На первом этапе уточняются углы рысканья и тангажа на основе оценивания доплеровского центроида в процессе автофокусировки радиолограммы, сформированной целевой аппаратурой. При этом оценивание относительного значения доплеровского центроида и разрешение доплеровской неоднозначности выполняются совместно, что позволяет сократить число повторных фокусировок радиолограммы и повысить оперативность формирования информационных продуктов.

Каждая оценка выполняется по отдельному фрагменту, общему для двух комплексных изображений, синтезированных из радиолограммы по субапертурам. Сначала оценивается относительное значение путем анализа амплитудного азимутального спектра суммы сигналов изображений. С учетом найденной поправки разрешается доплеровская неопределенность. Если поправка превышает по модулю четверть частоты повторения зондирующих импульсов, то доплеровская неопределенность оценивается по горизонтальному смещению сигналов двух фрагментов, одинаково расположенных по вертикали. Если поправка превышает по модулю четверть частоты повторения зондирующих импульсов, то корреляционно-экстремальное отождествление выполняется для фрагментов, смещенных друг относительно друга по вертикали на период азимутальной неоднозначности.

На втором этапе уточняется угол крена в процессе статистической радиометрической коррекции радиолокационного изображения, полученного в результате автофокусировки радиолограммы. При этом предполагается, что наблюдаемый участок земной поверхности можно представить в виде преобладающей

совокупности радиометрически однородных объектов, разделенных резкими границами. С учетом указанного предположение анализируется распределение по углам места отношений амплитуды сигнала к ее производной вдоль строки изображения. Полученное распределение сопоставляется с эталонной диаграммой направленности антенны. Смещение двух функций по угломестной оси признается поправкой к углу крена.

В докладе приведены результаты экспериментальной отработки предложенных решений с использованием радиоголограмм и радиолокационных изображений от зарубежных космических аппаратов.

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЛИНИЙ ПОРЕЗА МОЗАИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

М.М. Егин, П.А. Князьков

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современные космические аппараты оптического наблюдения Земли позволяют выполнять задачи оперативного мониторинга территорий, превышающих полосу захвата съёмочной аппаратуры, за счет выполнения съёмки в площадном режиме. Режим позволяет выполнять одновитковую съёмку нескольких перекрывающихся изображений (маршрутов) в результате сложного углового движения аппарата. Для организации высокоточного совмещения данных площадной съёмки выполняется процедура блочного уравнивания, корректирующая модели съёмки отдельных маршрутов таким образом, чтобы минимизировать невязки в одноимённых и опорных точках. В результате её применения одноимённые объекты на снимках совмещены с субпиксельной точностью. При этом на стыке изображений в результате ортотрансформирования и дальнейшего совмещения растров маршрутов могут наблюдаться деформации объектов, обусловленные использованием режима площадной съёмки, а именно: значительное изменение угла наблюдения и изменение сюжета изображений в процессе перенацеливания съёмочной аппаратуры. Для исключения деформаций из мозаичного изображения применяется линии пореза в соответствии с ГОСТ Р 70663-2023. Задача поиска линии пореза является актуальной задачей, решение которой предлагается различными авторами с использованием методов морфологической обработки изображений, теории графов, фотограмметрии, искусственных нейронных сетей. При практической оценке результатов работы алгоритмов поиска авторы используют различные критерии: среднее значение индекса структурного сходства исходных маршрутов и мозаики; удельное и общее число пересечений линией пореза антропогенных объектов; длину линии пореза; экспертную оценку качества оператором и другие. При этом отсутствует единый подход, позволяющий выполнять сравнительный анализ алгоритмов проведения линии пореза.

Отраслевые стандарты по обработке и оценке качества аэрофотоснимков, а именно ГОСТ Р 70663-2023 и ГНТА-02-036-02, приводят перечни показателей качества линии пореза, которые могут быть условно разделены на следующие группы: 1) отсутствие искажений сюжета мозаики вдоль линии пореза; 2) минимизация видимости визуального перехода вдоль линии пореза. Обеспечение минимизации искажений сюжета мозаики является основополагающей задачей для большинства алгоритмов

поиска линии пореза, так как влияет на дешифровочные свойства мозаичного снимка, в то время как минимизация видимости визуального перехода зачастую является второстепенной задачей. Автоматическое определение показателей качества из представленных групп может быть сведено к поиску неестественных (дефектных) для изображения границ, которые не наблюдаются на исходных маршрутах.

В работе [1] предложен индикатор насыщения границы для поиска дефектных границ на изображении. В результате экспертной оценки параметров индикатора для конкретной съёмочной аппаратуры и условий съёмки, его применение позволяет выполнять локализацию областей линии пореза, приводящих к образованию дефектных границ. В настоящем докладе рассматривается решение задачи поиска дефектных границ на основе принципа работы индикатора насыщения границы с использованием одноклассового SVM классификатора [2]. Предлагаемый алгоритм оценки качества включает выполнение 4 этапов.

На первом этапе алгоритма осуществляется формирование выборки по данным с одного из объединяемых маршрутов. Признаки объектов выборки формируются для каждого анализируемого пикселя маршрута. Выполняется расчёт показателей перепадов яркостей в окрестности пикселя для каждого фильтра индикатора насыщения и отношение перепадов. Полученные числа формируют вектор признаков объекта выборки, относящиеся к классу ожидаемых («inlier»).

На втором этапе осуществляется минимаксная нормализация признаков-перепадов яркостей и дальнейшее обучение одноклассового SVM-классификатора. Нормализация выполняется для обеспечения численной стабильности обучаемого классификатора.

На третьем этапе анализируются пиксели, принадлежащие линии пореза мозаики. Для каждого пикселя формируется вектор признаков и передается SVM-классификатору. Если классификатор определил пиксель как выброс («outlier») – он считается дефектным, не свойственным объединяемым маршрутам.

На четвертом этапе формируется интегральный показатель качества как отношение числа дефектных пикселей линии пореза к длине линии пореза для выдачи оператору в составе сопроводительной информации выходного информационного продукта и принятии решения о применении линии пореза.

Разработанный алгоритм позволяет выполнять полностью автоматическую оценку качества линии пореза без участия оператора. Также разработанный алгоритм может быть применен для адаптивного ретуширования линии пореза в областях дефектных пикселей и для независимого сравнения различных алгоритмов проведения линии пореза.

Библиографический список

1. Егин М. М., Князьков П. А. Обнаружение дефектов линии порезов мозаичных изображений ДЗЗ // Материалы Тринадцатой международной научно-технической конференции АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ. – 2025. – С. 125–126.
2. Schölkopf B., Platt J. C., Shawe-Taylor J., Smola A. J., Williamson R. C. Estimating the Support of a High-Dimensional Distribution // Neural Computation –vol. 13 – no. 7 – pp. 1443-1471 – doi: 10.1162/089976601750264965.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПОНЕНТ АНАЛИЗА ДЕФЕКТОВ ЛИНИИ ПОРЕЗА МОЗАИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М.М. Егин, П.А. Князьков

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Для устранения остаточных дефектов при совмещении результатов площадной съёмки применяется проведение линии пореза мозаичных изображений. Применение найденной линии пореза предназначено для минимизации видимых артефактов [1] в области стыка, обусловленных изменением сюжета наблюдаемых территорий в процессе перенацеливания аппаратуры и углом наблюдения. В работе [2] предложен индикатор насыщения границ, позволяющий в автоматическом режиме выполнить поиск перепадов яркости на изображении, которые не свойственны естественным границам наблюдаемых объектов. Для обнаружения участков линии пореза, идентифицируемых оператором как дефектные, необходима предварительная экспертная оценка параметров индикатора для конкретной оптической аппаратуры и условий съёмки. Оценка выполняется на основе распределения яркостей перпендикулярно границам объектов на изображении таким образом, чтобы индикатором игнорировались естественные границы объектов и выделялись дефектные. В связи с этим целесообразна разработка инструментов, позволяющих выполнять анализ типовых границ, получаемых в результате использования линии пореза при объединении изображений в мозаику.

В докладе рассматриваются назначение и функциональные возможности программного компонента (ПК) анализа дефектов линии пореза мозаичных изображений. ПК функционирует в составе программного комплекса обработки данных высокого пространственного разрешения от отечественной группировки космических аппаратов под управлением операционной системы семейства GNU/Linux. Разработка компонента выполнена с использованием библиотеки Qt на языке программирования C++.

Компонент предназначен для выполнения экспертной оценки параметров индикатора насыщения [1] по ряду анализируемых изображений. ПК создает закрепляемую панель «Определение насыщения границы» (рис. 1). Окно содержит: – меню с параметрами редактируемыми параметрами индикатора насыщения и элементами управления визуализацией; – рабочую область с графиками значений яркостей в окрестности выбранного оператором пикселе изображения. ПК позволяет:

- интерактивно визуализировать результат применения индикатора насыщения к анализируемому изображению;
- визуализировать распределение яркостей в направлениях асимметричных фильтров, используемых в индикаторе насыщения в виде графиков;
- выполнять расчет промежуточных значений индикатора для каждого фильтра с выделением фильтра, давшего наибольший отклик;
- экспортировать получаемые значения яркостей в файл для дальнейшего анализа в сторонних инструментах анализа данных.

Использование разработанного программного компонента позволяет осуществлять подбор параметров индикатора насыщения границы для автоматической оценки качества линии пореза мозаичных снимков.

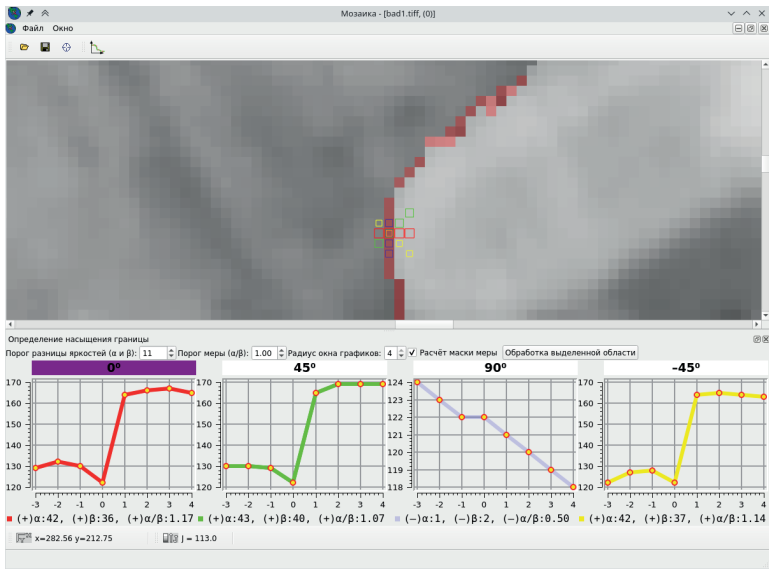


Рисунок 1 – Окно программного комплекса с закрепляемой панелью ПК анализа дефектов линии пореза мозаичных изображений

Библиографический список

1. ГОСТ Р 70663-2023. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Общие требования к созданию динамических и мозаичных покрытий. – М.: Стандартинформ, 2023. – 16 с.
2. Егин М. М., Князьков П. А. Обнаружение дефектов линии порезов мозаичных изображений ДЗЗ // Материалы Тринадцатой международной научно-технической конференции АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ. – 2025. – С. 125–126.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВИЗУАЛЬНО ЗАМЕТНОЙ ОШИБКИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО СОВМЕЩЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ЗЕМЛИ

Н.А. Ермаков

Научный руководитель – Пресняков О.А., к.т.н.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Данные дистанционного зондирования Земли предоставляются потребителям, как правило, в виде информационных продуктов различных уровней обработки. При формировании изображения в геометрии «псевдо-сенсора» на уровне 1 и построении ортомозаик на уровне 3 выполняется объединение нескольких снимков. Распространенным требованием при этом является бесшовность, т.е. визуальная незаметность линий швывки.

Автором оценена ошибка ручного совмещения оператором, считающим сформированный им шов незаметным. Для этого проведены несколько серий

измерений на снимках с разной резкостью разными операторами. В ходе каждого измерения оператору предъявлялась вертикальная линия стыка на изображении, составленном из двух прямоугольных фрагментов одного и того же снимка, смещенных на случайную величину. Вручную регулируя смещение левого и правого фрагментов в вертикальном направлении и их поперечное перекрытие, оператор добивался визуальной незаметности стыка. Остаточная ошибка регистрировалась. В каждой серии выполнено 100 измерений по фрагментам, выделенным в случайно выбранных местах тестового снимка. По результатам каждой серии измерений рассчитана среднеквадратическая ошибка совмещения.

В докладе приводятся результаты выполненных серий измерений. Наименьшее значение оценки визуально заметной среднеквадратической ошибки совмещения составило 0,23 пикселя, около 0,16 пикселя по каждой оси. Эту величину можно учитывать при определении требований к геометрической точности совмещения изображений для обеспечения бесшовности информационных продуктов.

Для экспериментов разработан инструментарий на языке программирования C++ с использованием фреймворка Qt. Минимальный шаг, с которым оператор мог регулировать смещение, был установлен 0,05 пикселя. Совмещенное изображение формировалось с использованием кубической интерполяции.

НАЗЕМНАЯ ПОСТОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ С НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ КА

А.С. Козлов

Научный руководитель – Егошкин Н.А., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Для максимальной точности информации с навигационной аппаратуры космического аппарата необходимо хранить большие объёмы данных, а также мощные вычислительные системы. КА сильно ограничен в памяти и вычислительных мощностях, что не позволяет получить желаемую точность только при помощи аппаратуры борта. Снижение точности данных затрудняет потребителям решение их целевых задач. Возникает актуальная задача повышения точности путём постобработки на земле.

Наземная постобработка информации с космического аппарата — это сложный, многоступенчатый процесс, который преобразует сырые бинарные данные, полученные с орбиты, в понятную, калиброванную и готовую к использованию информацию для инженеров, ученых и других конечных пользователей. Это критически важный этап, который связывает работу космического аппарата с достижением целей миссии. Наземная постобработка позволяет повысить точность навигационных данных (положение, ориентация), хранить большой объем информации для лучшего анализа и предсказаний, устранение ошибок и шумов.

В докладе рассматриваются методы высокоточной постобработки навигационной информации с аппаратуры космического аппарата. Проводится сравнительный анализ представленных методов. Наглядно демонстрируется преимущество наземной постобработки над бортовой.

МЕТОДИКА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ КОНТРОЛЕЙ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.А. Кокунов

Научный руководитель – Таганов А.И., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Одной из важных задач в условиях современной рыночной экономики и высокой конкуренции среди разработчиков информационных систем является обеспечение высокого качества и надежности создаваемых программных продуктов. Для решения данной проблемы в стандартах системы менеджмента качества указывается целый ряд важных требований и положений, следуя которым организации могут добиться высоких показателей качества и надежности.

В число наиболее востребованных стандартов в области программной инженерии, менеджмента качества и управления рисками программных проектов входят положения следующих стандартов:

- ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 [1] – процессно-ориентированный стандарт, который создает единую структуру для всех участников жизненного цикла информационных систем;
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 33001-2017 [2] (Семейства стандартов ИСО/МЭК 330XX) – оценочный стандарт, который описывает, как оценивать эффективность процессов и устанавливает общие принципы и требования для оценки процессов. Данный стандарт предоставляет методологию и метрики для объективной оценки того, насколько грамотно процессы, описанные в ГОСТ 12207, установлены, функционируют и модернизируются.

ГОСТ 33020-2017 устанавливает 6 оценочных уровней возможностей процессов. Переход с 3-го «установленный процесс» на 4-й «предсказуемый процесс» уровень совершенства процесса является одним из наиболее сложных и трудоёмких переходов во всей модели и требует как кадровых, так и технических доработок. «Предсказуемый процесс» требует введение количественных метрик процесса в соответствии с бизнес-целями организации, а также их отслеживание и реагирование на негативные изменения.

Предлагается подход, основанный на сведении рассматриваемых процессов к математической модели основанной на основных показателях надежности процессов – вероятности их безошибочного выполнения, вероятности возникновения ошибок разных типов, их стоимость и/или время выполнения. Процесс разбивается на низкоуровневые (атомарные) подпроцессы, после чего сводится к дискретному виду и представляется в виде алгоритмического процесса (АП). Использование формы АП хорошо формализовано и проработано [3,4] и открывает возможности для количественного анализа указанных показателей.

Для каждого атомарного процесса формируется матричная модель надежности. С помощью выделения типовых алгоритмических структур, последовательность матриц модели надежности атомарных процессов сворачивается до единой матрицы модели надежности процесса. В структуре данной матрицы имеем рассмотренные выше показатели: вероятность безошибочного выполнения и вероятности возникновения ошибок разных типов.

При выявлении в ходе анализа несоответствия показателей текущим бизнес-целям предлагается внедрение контрольно-доработочных процедур в структуру

рассматриваемого процесса. Для достижения эффективной расстановки контрольных операций применяется градиентная оптимизация рассматриваемого АП. Градиент показывает относительную эффективность внедрения дополнительного контроля с доработкой в рамках выполнения процесса. Обобщение данного выражения на случай многомерной концепции учета ошибок будет иметь вид:

$$\nabla_i(x_i) = \frac{P(X, x_i = x_i + 1) - P(X, x_i)}{C(X, x_i = x_i + 1) - C(X, x_i)},$$

где числитель – приращение матрицы модели надежности процесса при введении контроля с доработкой после атомарного процесса i ; знаменатель – приращение стоимости выполнения процесса при введении контроля с доработкой после атомарного процесса i .

Для реализации данного подхода была разработана программная реализация, включающая в себя формирование матричных моделей надежности из исходных данных, расчет показателей надежности анализируемого процесса, алгоритм градиентной оптимизации внедряемых контрольных операций.

Использование предложенного формализованного подхода к моделированию и оптимизации процессов жизненного цикла информационных систем позволяет менеджменту организации понимать, насколько их процессы в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010, ГОСТ Р ИСО/МЭК 33001-2017 соответствуют бизнес-целям, предоставляя количественную метрику, охватывающую весь рассматриваемый процесс. Применение на практике программной реализации предложенного подхода позволяет упростить количественный контроль путем периодического расчета показателей процесса и позволяет осуществлять проактивное реагирование на возможные риски качества путем внедрения контрольно-доработочных операций.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010. Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств. – Введ. 30.11.2010. – М.: Стандартинформ, 2011. – 99 с.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 33001-2017. Информационные технологии. Оценка процесса. Понятия и терминология. – Введ. 26.05.2017. – М.: Стандартинформ, 2017. – 15 с.
3. Ротштейн А.П., Штовба С.Д., Козачко А.Н. Моделирование и оптимизация надежности многомерных алгоритмических процессов. – Винница: «УНИВЕРСУМ-Вінниця», 2007. – 215 с.
4. Таганов А.И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2010. № 31. - С. 77-82.

АНАЛИЗ РОЛИ ГИС В РАЗВИТИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Е.Е. Косенко, М.В. Бойко

Научный руководитель – Косенко О.В., к.т.н., доцент ИРТСУ

Южный федеральный университет

Географические информационные системы (ГИС) стали неотъемлемым инструментом для анализа, моделирования и планирования транспортных систем. Они позволяют интегрировать пространственные данные с атрибутивной

информацией, обеспечивая глубокое понимание транспортных потоков, доступности, уязвимостей и потенциала развития инфраструктуры.

В рамках рассмотренных работ было определено, что основными методами пространственного анализа являются сетевой анализ, пространственная статистика, наложение слоев и пространственное моделирование. Сетевой анализ служит основой для большинства транспортных задач, таких как расчет кратчайших путей [1], определение зон доступности [2] и моделирование последствий отказов сети [3]. Пространственная статистика применяется для выявления пространственных закономерностей, например, кластеризации ДТП [4] или анализа пространственной автокорреляции различных факторов. Ключевым методом для многокритериального анализа является наложение слоев [5, 6], которое позволяет комбинировать различные тематические слои, такие как дорожная сеть, демография и риски, для принятия комплексных решений. Наконец, пространственное моделирование включает в себя создание цифровых моделей рельефа, анализ видимости и моделирование зон затопления для оценки воздействия на транспортную инфраструктуру.

Что касается тенденций и будущего развития данной тематики, то в обзорной статье [7] проведена систематизация эволюции ГИС в транспортном планировании, где отмечается ключевая современная тенденция – интеграция с искусственным интеллектом (ИИ). Произошел переход от простого картографирования и визуализации к сложному прогнозному моделированию. В будущем намечается переход к "умным" ГИС-системам, в которых машинное обучение и ИИ автоматизируют процесс извлечения инсайтов из больших пространственных данных. Это позволит создавать самообучающиеся транспортные модели и системы поддержки принятия решений в реальном времени.

Анализ статей был проведен с целью демонстрации эволюции методологических подходов – от базового картографирования и сетевого анализа до сложного многокритериального моделирования и синтез с искусственным интеллектом. ГИС подтверждает свою роль как незаменимый инструмент для комплексного пространственного анализа транспортных систем, охватывающего задачи от микроуровня, такого как анализ конкретного перекрестка, до макроуровня регионального планирования. Ключевые приложения включают оценку рисков и устойчивости, анализ доступности и социальной справедливости, управление безопасностью, оптимизацию логистики и поддержку устойчивого планирования. Методологическая основа базируется на сетевом анализе, пространственной статистике и многокритериальном анализе метода наложения слоев. Основным вектором развития является конвергенция ГИС с технологиями искусственного интеллекта и машинного обучения, что открывает путь к созданию интеллектуальных, адаптивных и прогнозных систем управления транспортом. При этом визуализация, как одна из ключевых функций ГИС, не только представляет результаты анализа в интуитивно понятной форме, но и служит мощным инструментом взаимодействия между экспертами. Таким образом, ГИС-инструменты и пространственный анализ образуют ядро современной методологии для принятия обоснованных решений в области развития и управления транспортными системами.

Библиографический список

1. Копылов М.Д., Хохлов К. А. Поиск кратчайших путей в транспортных сетях // StudNet. 2021. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poisk-kratчайshih-putey-v-transportnyh-setyah> (дата обращения: 20.10.2025).

2. Eldeeb, Sally & Abd El-Baky, Rowan & Masoumi, Houshmand. (2024). Unveiling transportation disparities: investigating accessibility gaps in metropolitan cities using GIS-a case study of Alexandria, Egypt. *Frontiers in Sustainable Cities*. 6. 10.3389/frsc.2024.1372918.

3. Баламирзоев А. Г., Баламирзоева Э. Р., Гаджиева А. М. Моделирование транспортного средства как многоканальной системы массового обслуживания с отказами // МНИЖ. 2015. №9-2 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-transportnogo-sredstva-kak-mnogokanalnoy-sistemy-massovogoobslužhivaniya-s-otkazami> (дата обращения: 12.10.2025).

4. Moreno-Ponce LA, Pérez-Zuriaga AM, García A. Predictive Models and GIS for Road Safety: Application to a Segment of the Chone–Flavio Alfaro Road. *Sustainability*. 2025; 17(11):5032

5. Ghorbanzadeh, Omid et al. "Multi-criteria risk evaluation by integrating an analytical network process approach into GIS-based sensitivity and uncertainty analyses." *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 9 (2018): 127 - 151.

6. Нелюбин А.П. Технология интерактивного решения многокритериальных задач // Материалы XLI Международной конференции "Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе IT+SE'2013". Приложение к журналу «Открытое образование». 2013. С. 61 - 63.

7. Zaroujtaghi, A.; Mansourihanis, O.; Tayarani, M.; Mansouri, F.; Hemmati, M.; Soltani, A. A Systematic Review of GIS Evolution in Transportation Planning: Towards AI Integration. *Future Transp*. 2025, 5, 97.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Д.С. Кузнецов

Научный руководитель – Фаворская М.Н., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»

В настоящее время спутниковые снимки широко применяются в таких отраслях, как география, экология, сельское хозяйство и оборона, для мониторинга изменений ландшафта, планирования инфраструктуры и научных исследований. Однако технические ограничения спутникового оборудования часто приводят к получению данных с недостаточным пространственным разрешением. Решение этой проблемы методами искусственного интеллекта является ключевой задачей в области обработки космических данных.

Существующие алгоритмы повышения разрешения можно разделить на три большие группы: интерполяционные, реконструкционные и методы глубокого обучения. Интерполяционные методы просты в реализации, но не способны воссоздавать новые детали, а их результат ограничен качеством исходного изображения. Реконструкционные методы учитывают априорные знания об изображении, но могут страдать от неоднозначности решений и сложности вычислений. Методы на основе глубокого обучения, в частности сверточные (СНС) и генеративно-состязательные сети (ГСС), показывают наилучшие результаты, так как обучаются выделять и восстанавливать сложные паттерны и текстуры из обучающих данных.

Для реализации были выбраны две архитектуры нейронных сетей, представляющие разные подходы к задаче суперразрешения (Single-Image Super-Resolution, SISR). Из сверточных сетей была выбрана модель SRCNN, которая напрямую отображает интерполированное изображение низкого разрешения на изображение высокого разрешения [1]. Для сравнения применялась генеративно-состязательная архитектура – ESRGAN, использующая остаточные dense-блоки (RRDB) и относительный дискриминатор для генерации более фотореалистичных текстур [2].

Для обучения моделей был сформирован набор данных на основе спутниковых снимков Земли. Исходные изображения сверхвысокого разрешения (от 2504×1568 до 9914×6610 пикселей) со спутников MODIS, ASTER и Landsat-8 были нарезаны на патчи размером 256×256 пикселей. Для каждого изображения высокого разрешения (high resolution, HR) была создана пара с низким разрешением (low resolution, LR) размером 128×128 или 64×64 пикселя. В итоге был получен набор из 960 пар изображений, которые были разделены на обучающую (768) и тестовую (192) выборки. Такой размер выборок был признан оптимальным для обеспечения баланса между скоростью обучения и детализацией итоговых результатов.

Обучение обеих моделей, SRCNN и ESRGAN, проводилось в облачной среде Google Colab. Модели были реализованы на фреймворке PyTorch. Обучение SRCNN проводилось в течение 80 эпох с коэффициентами масштабирования 2 и 4. Обучение ESRGAN потребовало увеличения количества эпох до 200 для достижения приемлемого качества.

На рис. 1 представлено сравнение исходного изображения размером 256×256 пикселей и результаты его обработки различными алгоритмами.

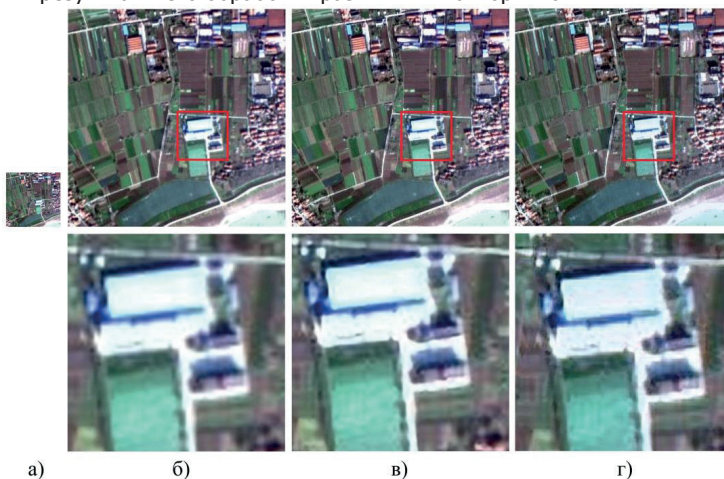


Рисунок 1 – Результаты повышения разрешения изображения:
а – исходное изображение; б – четырёхкратное увеличение бикубической интерполяцией; в – четырёхкратное увеличение моделью SRCNN; г – четырёхкратное увеличение моделью ESRGAN

Для оценки эффективности моделей использовались метрики PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) и SSIM (Structural Similarity Index). Результаты на тестовой выборке с коэффициентом масштабирования 4 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение метрик качества изображений

Критерий	Бикубическая интерполяция	SRCNN (80 эпох)	ESRGAN (80 эпох)	ESRGAN (200 эпох)
PSNR, дБ	30,53	31,48	26,76	29,51
SSIM	0,7527	0,7860	0,7400	0,7646

Модель SRCNN продемонстрировала наилучшие результаты по объективным метрикам, превзойдя традиционный метод бикубической интерполяции. ESRGAN показала худшие значения PSNR, но по метрике SSIM результаты её работы более приемлемы для восприятия за счёт генерации более чётких границ и текстур, чем при интерполяции. Для улучшения результатов требуется дальнейшее дообучение на более обширном наборе данных.

Библиографический список

1. Image super-resolution using deep convolutional networks / C. Dong, C.C. Loy, K. He, X. Tang // IEEE Transactions On Pattern Analysis and Machine Intelligence. — 2016. — Vol. 38, № 2. — P. 295–307.
2. ESRGAN: Enhanced super-resolution generative adversarial networks / X. Wang [и др.] // Proc. of 15th European Conference on Computer Vision (ECCV). — Munich, 2018. — P. 63–79.

АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА В СИСТЕМАХ ДЗЗ

Л.Л. Кузнецов

Научный руководитель – Гусев С.И., д.т.н.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается алгоритм обнаружения водной поверхности на радиолокационных изображениях, основанный на использовании маски классов, сформированной с помощью цифровой модели рельефа (ЦМР), для применения в системах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Алгоритм состоит из двух основных этапов.

На первом этапе выполняется анализ фрагмента ЦМР в антенной системе координат, соответствующего обрабатываемому радиолокационному изображению. Сначала по ЦМР определяются значения высот местности для каждого пикселя изображения, после чего выполняется итерационное создание маски классов по этим значениям. Выделяются три класса: «вода», «не-вода» и «не определено».

Определение класса пикселей выполняется на основе анализа значений средней высоты в малом и большом окне обработки. Малое окно обработки – это фрагмент изображения, для которого принимается решение о принадлежности к какому-либо из классов целиком. Водная поверхность отличается однородностью, поэтому в ее пределах не допускается резких перепадов высот. Большое окно обработки – это окрестность малого окна обработки, дающая представление о его относительном положении на местности. Водная поверхность в естественных природных условиях не может располагаться выше окружающей ее местности. Таким образом, определение класса пикселей по ЦМР для формирования маски выполняется следующим образом:

если средняя высота в малом окне больше средней высоты в окрестности, то пиксели малого окна классифицируются как «не-вода»; если средняя высота в малом окне не превышает среднюю высоту в окрестности и само окно однородно, то пиксели классифицируются как «вода»; во всех остальных случаях пиксели малого окна относятся к классу «не определено».

Второй этап предлагаемого алгоритма классификации предполагает комплексирование результатов бинарной классификации «водная поверхность-суша» с маской классов, полученной по ЦМР. Сформированные классы пикселей «вода» и «не-вода» принимаются за достоверные, поэтому сначала на выходном изображении отмечаются пиксели указанных классов, а затем для остальных пикселей класс определяется по результатам бинарной классификации.

В докладе приведены примеры результатов работы предлагаемого алгоритма на натурных радиолокационных изображениях от космического аппарата «RadarSat-2» с оценкой точности обнаружения водной поверхности.

АРХИТЕКТУРА КЛАССИФИКАЦИОННОЙ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ ТЕКСТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ

С.М. Ларионов

Научный руководитель – Еремеев В.В., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Нейронные сети получили широкое распространение в различных отраслях научных исследований. Обработка изображений является одной из главных областей применения методов машинного обучения [1-5]. Гиперспектральная съемка [6] в настоящий момент получила активное развитие среди подходов дистанционного зондирования Земли из космоса. Каждая точка гиперспектрального изображения фактически представляет собой спектральную характеристику малой зоны подстилающей поверхности. Это открывает широкие возможности для решения задач распознавания образов.

В работе представлена архитектура искусственной нейронной сети для попиксельной классификации гиперспектральных спутниковых снимков. Помимо спектральных особенностей важной характеристикой точки на гиперспектральном снимке является зона ее пространственное окружение, то есть спектральная плотность энергетической яркости соседних точек. В процессе обработки спутниковых изображений важно проанализировать текстуру классифицируемых областей подстилающей поверхности. Для этого рассчитываются текстурные признаки [7], такие как: контраст, энтропия, дисперсия, угловой момент и т.д. Предлагается архитектура нейросети для классификации гиперспектральных изображений по текстурным признакам. Вначале для пикселя рассчитываются текстурные признаки. Выделяется зона вокруг пикселя, строятся матрицы смежности [7] для каждого спектрального канала или с заданным шагом по каналам. Число рассчитываемых текстурных признаков и способ их финальной обработки (средние значения по направлениям матриц смежности, средние значения и разницы между максимальным и минимальным, полный список по каждому направлению) могут варьироваться в зависимости от имеющихся ограничений на вычислительные ресурсы. Затем полученные текстурные признаки для пикселя вытягиваются в одномерный массив. Текстурные признаки уже выступают в качестве точек изображения, которые будут

обрабатываться нейросетью. Массив подается в каскад пар: сверточный нейронный слой и слой уменьшения размерности в два раза. Размер каскада зависит от числа полученных текстурных признаков. За счет постепенного уменьшения размерности массив сжимается до одной точки с большим числом признаков, которые затем проходят через полносвязные нейронные слои. Информация о текстуре подстилающей поверхности с разбивкой по спектральным слоям дает возможность нейросети качественно обобщить имеющиеся спектрально-пространственные особенности объектов наблюдаемой сцены и за счет этого с высокой точностью решать задачу классификации. Экспериментальные исследования проведены на изображениях, зачастую используемых при оценке качества работы новых алгоритмов классификации гиперспектральных снимков [8]. Описаны способы настройки гиперпараметров для представленного подхода. Проведено сравнение по точности классификации с другими алгоритмами обработки гиперспектральных изображений.

Библиографический список

1. Deep Recurrent Neural Networks for Hyperspectral Image Classification / L. Mou, P. Ghamisi, X. X. Zhu // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. — 2017.
2. Deep convolutional neural networks for hyperspectral image classification / W. Hu, Y. Huang, L. Wei, F. Zhang, H. Li // J. Sensors. — 2015. — pp. 1–12.
3. Diverse region-based CNN for hyperspectral image classification / M. Zhang, W. Li, Q. Du // IEEE Trans Image Process. — 2018. — Volume 27, Issue 6. - pp. 2623-2634.
4. Classification of hyperspectral images with copulas / C. Tamborrino, F. Mazzia // Journal of Computational Mathematics and Data Science. — 2023
5. Feature disentanglement based domain adaptation network for cross-scene coastal wetland hyperspectral image classification / Z. Xin, Z. Li, M. Xu, L. Wang, G. Ren, J. Wang, Y. Hu // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. — 2024.
6. Advances in Hyperspectral Image and Signal Processing: A Comprehensive Overview of the State of the Art. / P. Ghamisi, N. Yokoya, J. Li, W. Liao, S. Liu, J. Plaza, B. Rasti, A. Plaza // IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. — 2017. — December. — Volume 5, Issue 4 — pp. 37–78. — doi:10.1109/mgrs.2017.2762087.
7. Haralick, R. M. Statistical and structural approaches to texture / R. M. Haralick // Proceedings of the IEEE. — 1979. — Volume 67, Issue 5. — pp. 786 – 804.
8. https://ehu.eus/ccwintco/index.php?title=Hyperspectral_Remote_Sensing_Scenes

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ НЕЙРОСЕТЕВОГО КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ ПРИЗНАКОВ ОТ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ

С.М. Ларионов

Научный руководитель – Еремеев В.В., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Гиперспектральные изображения обладают высоким спектральным разрешением, что делает их важным инструментом при разбиении объектов земной поверхности на отдельные группы [1]. На сегодняшний день для решения задач семантической обработки в системах компьютерного зрения лучше всего зарекомендовали себя нейросетевые подходы [2-6].

В докладе предлагается архитектура нейросети для попиксельной классификации гиперспектральных спутниковых снимков земной поверхности. Классификация происходит в два этапа. Рассмотрим на примере одного пикселя.

На первом этапе происходит извлечение признаков для классификатора. Значения спектральной плотности энергетической яркости в соседних каналах гиперспектрального изображения могут быть сильно коррелированы. Это объясняется близким расположением диапазонов гиперспектральных каналов на частотной оси. Поэтому удобнее проводить классификацию пикселей не в исходном пространстве гиперспектральных каналов, а в пространстве признаков, полученных от метода главных компонент [7]. Первый этап обработки заключается в том, что выбирается область изображения с центром в классифицируемом пикселе. Затем рассчитываются главные компоненты для каждого пикселя заданной области. На втором этапе признаки от всей области с центром в классифицируемом пикселе передаются в нейросеть. Первый слой в предлагаемой архитектуре нейросети является сверточным и выполняет сжатие подаваемой области в геометрических размерностях, при этом осуществляя перевод в пространство большей размерности в части признаков. Затем данные передаются в два последовательных полносвязных слоя. Такая архитектура нейросети с одной стороны является легковесной с точки зрения требуемых вычислительных ресурсов; с другой стороны – позволяет использовать не только спектральные, но и пространственные особенности исследуемой подстилающей поверхности. В докладе представлены результаты экспериментов на изображениях, популярных в научном сообществе для тестирования новых подходов обработки гиперспектральных снимков [8]. Приведены статистические данные по точности работы предлагаемой архитектуры нейросети, сравнение с аналогами и рекомендации по настройке параметров.

Библиографический список

1. Антонов, В. А. Возможности гиперспектрального дистанционного зондирования // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: естественные и технические науки. - 2019. - № 11-2. - С. 35-38.
2. Bayesian Convolutional Neural Networks for Limited Data Hyperspectral Remote Sensing Image Classification / M. Joshaghani, A. Davari, F. N. Hatamian, A. Maier, Ch. Riess // IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters. – 2023. — Volume 20.
3. Two branch attention adversarial domain adaptation network for hyperspectral image classification / Y. Huang, J. Peng, W. Sun, N. Chen, Q. Du, Y. Ning, H. Su // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. — Volume 60. — 2022. — pp. 1–13.
4. Confident learning based domain adaptation for hyperspectral image classification / Z. Fang, Y. Yang, Z. Li, W. Li, Y. Chen, L. Ma, Q. Du // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. — 2022. — Volume 60. — pp. 1-16.
5. Topological structure and semantic information transfer network for cross-scene hyperspectral image classification / Y. Zhang, W. Li, M. Zhang, Y. Qu, R. Tao, H. Qi // IEEE Trans. Neural Netw. Learn. Syst. — 2021.
6. Cross-scene wetland mapping on hyperspectral remote sensing images using adversarial domain adaptation network / Y. Huang, J. Peng, N. Chen, W. Sun, Q. Du, K. Ren, K. Huang // ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. — 2023. — 203. — pp. 37–54.
7. Jolliffe, I.T. Principal Component Analysis / I.T. Jolliffe // Series: Springer Series in Statistics, 2nd ed., Springer, NY, XXIX. — 2002. — 487 p.
8. https://ehu.eus/ccwintco/index.php?title=Hyperspectral_Remote_Sensing_Scenes

НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Т.Д. Лью, Д.Х. Нгуен

Научный руководитель – Васильев Е.П., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Широкое использование интеллектуальных систем в современном мире позволяет исследователю на основе баз данных создавать сложные нейросетевые модели [1-3]. Данный подход позволяет в десятки раз сократить вычислительный процесс при моделировании сложных объектов. Приведем примеры объектов к которым целесообразно применение нейросетевых моделей:

- * строительство – анализ и выявление факторов влияющих на надежность и устойчивость объектов;
- * самолетостроение – комплексная оценка надежности изделий и систем;
- * техническое обеспечение производства – оптимизация процесса формирования запаса комплектующих, закупки нового оборудования;
- * компьютерные сети – прогнозирование работоспособности, выявление факторов влияющих на надежность функционирования оборудования;
- * программное обеспечение сложных радиотехнических систем – прогнозирование надежности программного комплекса, анализ факторов влияющих на работоспособность системы.

Пусть имеется набор из k наблюдений за состоянием исследуемого объекта или процесса, содержащий t признаков. Например, если таким набором являются выходные характеристики управляющих устройств (фильтры, переключатели) компьютерных сетей, то каждым наблюдением будут являться выходные характеристики отдельного изделия, а признаками – его входные электрофизические и конструктивно-технологические параметры. Тогда каждое наблюдение может быть представлено в виде t –элементного вектора признаков \mathbf{Z} . В соответствии с логикой решаемой задачи, признаки, описывающие моделируемый объект или процесс, разделяются на две группы: входные (независимые) и выходные (зависимые), значение которых требуется предсказывать для новых наблюдений.

Вектор признаков \mathbf{Z} может быть разделен на два вектора: входных $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ и выходных $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ признаков ($t = m + n$). Таким образом, каждое наблюдение \mathbf{Z} представляет собой обучающий пример, в котором для каждого входного воздействия $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ определено значение целевого вектора $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$. Задача заключается в том, чтобы, последовательно предъявляя модели наблюдения $\mathbf{Z}_i = \mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i, i = 1..k$, обучить ее на каждое входное воздействие \mathbf{x} формировать отклик $\hat{\mathbf{y}}_i$, максимально близкий к фактическому \mathbf{y}_i .

Предложен метод применения нейронных сетей в различных задачах. При этом созданы и апробированы модели управляющих устройств (фильтры, переключатели) [4, 5] для компьютерных сетей. Сравнительный анализ теоретических результатов полученных по нейросетевой модели с результатами расчетов в программных комплексах, подтвердил адекватность и значимость разработанных моделей. Отметим, что временные затраты на вычислительный процесс по нейросетевым моделям уменьшились в 16 раз, по сравнению расчетами с использованием метода конечных элементов.

Библиографический список

1. Васильев Е.П., Орешков В.И. Моделирование урожайности зерновых с использованием метода совокупности доказательств в рамках концепции точного земледелия. Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/105-6972> (дата обращения: 10.09.2012).
2. Вапник В.Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. – М.: Наука, 1979. – 448 с.
3. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям (+CD). Учебное пособие. Изд. 2-е, исправленное. - СПб.: Питер, 2013. – 701 с.
4. Васильев Е.П., Нгуен Данг Хоп, Лыу Тхань Дат. Полосовой фильтр на связанных микрополосковых линиях с двумя секторными резонаторами – М.: Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №75. 2021. – с. 15-23.
5. Васильев Е.П., Нгуен Д.Х. Моделирование электромагнитных ключевых элементов в микроволновом диапазоне // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2025 г. №92. С.13–24.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ДОРОЖНОЙ СЕТИ НА СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ ЗЕМЛИ

Е.С. Межевых

Научный руководитель – Еремеев В.А., младший научный сотрудник

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Обнаружение проселочных (грунтовых) дорог на спутниковых снимках земной поверхности представляет собой актуальную задачу, востребованную во многих практических приложениях: сельском и лесном хозяйстве, военной разведке, логистике, обновлении картографических данных и др. Такие дороги нередко отсутствуют на картах, имеют размытые границы и могут быть скрыты слоями растительности, что требует разработки специализированных подходов к их автоматическому обнаружению.

Учитывая высокую вариативность формы, размеров и покрытий проселочных дорог, а также влияние факторов, связанных с условиями наблюдения, задача их идентификации слабо поддается формализации. Для её решения применяются методы глубокого обучения, в частности сверточные нейронные сети, зарекомендовавшие себя как эффективное средство анализа данных дистанционного зондирования Земли.

Для повышения точности идентификации предлагается расширить входное пространство признаков для нейронной сети за счет объединения геометрических и яркостных характеристик объектов с контекстной информацией, отражающей структурную организацию сцены. В качестве инструмента извлечения контекста используется оператор Собела [1], позволяющий извлечь текстуру из исходного снимка.

На основе описанных подходов **разработана программа для автоматической** идентификации объектов дорожной сети. Программная реализация выполнена с использованием языка Python и библиотеки «AutoPy», позволяющей использовать модель в виде автономного исполняемого модуля. Программа обеспечивает выполнение полного цикла обработки: загрузку и предварительную обработку спутниковых снимков, извлечение контекстной информации, применение нейросетевой модели и визуализацию результатов сегментации.

Реализация программы включала следующие этапы:

- отбор спутниковых изображений через открытую платформу Google Earth и ручная разметка дорог;
- аугментация данных для расширения обучающей выборки;
- извлечение и комплексирование контекстной информации с исходными изображениями;
- обучение модели сверточной нейронной сети U-Net [2] на сформированной выборке;
- отладка модели, включая настройку параметров обучения, функции потерь и размерности входного тензора.
- разработка программы, обеспечивающей возможность практического применения обученной модели.

В докладе представлены примеры результатов обработки спутниковых снимков разработанной программы, а также численные оценки решения задачи идентификации объектов дорожной сети, полученные с использованием матрицы ошибок и производных от нее показателей (точность, полнота и F-мера) [3].

Библиографический список

1. Sobel, I., & Feldman, G. (1968). A 3x3 Isotropic Gradient Operator for Image Processing.
2. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI). – 2015;
3. Yacouby R., Axman D. Probabilistic extension of precision, recall, and f1 score for more thorough evaluation of classification models // Proceedings of the first workshop on evaluation and comparison of NLP systems. – 2020. – pp. 79-91.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

С.С. Митогуз, А.В. Антипина

Научный руководитель — Камышева Л.В., старший преподаватель

**Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения**

Аннотация: В статье рассмотрены основные методы машинного обучения и их применение в компьютерном управлении. Обсуждаются практические сценарии, включая управление роботами, прогнозирование энергетики и обеспечение безопасности.

Ведение: Рост объемов данных и необходимость быстрого принятия решений требуют новых технологий, позволяющих анализировать и интерпретировать большие массивы информации. Среди таких технологий особое место занимает машинное обучение, которое позволяет создавать адаптивные и интеллектуальные системы, способные самообучаться и совершенствоваться на основе новых данных [1].

Методы машинного обучения позволяют автоматизировать анализ информации, выявлять скрытые закономерности и прогнозировать процессы разработки без необходимости ручного программирования. Это делает системы более адаптивными и эффективными, что позволяет быстрее реагировать на изменения и повышать качество управления. В статье рассмотрены типовые подходы к машинному обучению

и показано их применение в управленческой информации для повышения их производительности и надежности.

Модели и методы: Методы машинного обучения управлению включают несколько основных подходов. Обучение с учителем предполагает использование размеченных данных для обучения моделей, которое затем классифицирует или прогнозирует новые данные. Среди таких методов — линейная и логистическая регрессия, древовидные решения и метод опорных векторов, которые помогают решать задачи классификации и прогнозирования [2]. Обучение без учителя работает с неразмеченными данными, выявляя скрытые закономерности и группируя данные с помощью кластеризации. Особое место занимает обучение с подкреплением, где модель учится на основе систем наград и штрафов, которые актуальны для адаптивного управления движущимися процессами. Глубокое обучение, основанное на многоуровневых нейронных сетях, позволяет эффективно анализировать сложные и высокоразмерные данные, которые открывают новые возможности в управлении [3]. Современные методы часто комбинируются для определения точности и определения устойчивости, что делает машинное обучение мощным инструментом для автоматизации и оптимизации управленческих систем. Системы, основанные на этих методах, могут адаптироваться к изменениям в рабочих условиях, выявлять аномалии, управлять проблемами и находить решения в первое время без постоянного наблюдения человеческого фактора. Подобные подходы находят применение в робототехнике, автоматизации производственных процессов, управлении энергосетями и других областях компьютерного управления, повышении эффективности и надежности систем.

Машинное обучение находит широкое применение в компьютерном управлении, позволяя создавать более точные и адаптированные системы. Например, в робототехнике используются алгоритмы машинного обучения совместно с компьютерным зрением для управления движением манипуляторов и объектов, что значительно повышает точность и скорость работы роботов даже в изменяющихся условиях. В энергетике применяются машинные методы обучения для прогнозирования выработки электроэнергии фотоэлектрическими станциями, которые помогают стабилизировать баланс между производством и потреблением энергии. В области информационной безопасности машинное обучение используется для обнаружения аномалий в сетевом трафике, что позволяет эффективно выявлять и предотвращать кибератаки с высокой скоростью [4]. Все эти примеры применения машинного обучения повышают качество и эффективность компьютерного управления в различных сферах, делая процессы более гибкими и автономными.

Машинное обучение сталкивается с рядом проблем, включая необходимость большого объема и качества данных для обучения, что влияет на точность и надежность моделей. Другая сложность связана с переобучением, недообучением и выбором релевантных признаков, а также с неравномерностью вычислительных затрат. Кроме того, важны проблемы интерпретируемости моделей, сложности устранения причин ошибок и обеспечения этичности принимаемых решений, что требует наличия систем контроля работы.

Заключение: Применение методов машинного обучения значительно повышает эффективность и адаптивность компьютерных систем управления. Эти технологии позволяют автоматизировать сложную задачу, улучшить точность прогнозов и оптимизировать процессы на первом этапе. Перспективы развития машинного обучения в управлении изменением с расширением применения и улучшением алгоритмов для более сложных и динамичных систем.

Библиографический список

1. Платонов, А. В. Машинное обучение: учебное пособие для вузов. Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 85 с. - ISBN 978-5-534-15561-7.
2. Воронцов, К. В. Машинное обучение (курс лекций). — 2020.
3. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. — Москва: ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — ISBN 978-5-97060-273-7.
4. Разработка конструкций манипулятора и алгоритмов компьютерного зрения для управления движениями и движениями. Авторы: Рахимов А. А., Лебедев В. С., 2025.
5. ТОП-5 проблем с данными в ML-системах и MLOps для их решения // BigDataSchool. — 2022. URL: <https://bigdataschool.ru/blog/mlops-ml-issues-and-challenges/> (дата обращения: 28.10.2025).

**СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ИСКУССТВЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ
НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ SENTINEL-2
С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛИ U-NET И ЭНКОДЕРА RESNET-18**

И.А. Панков

Научный руководитель – Еремеев В.А., младший научный сотрудник

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается подход к решению задачи автоматического определения зон искусственной застройки на спутниковых снимках, представляющей собой актуальную задачу при целевом использовании данных космической съемки. Подобная информация востребована при обновлении карт, анализе урбанизации и планировании городских территорий. В работе рассматривается методика семантической сегментации застроенных участков на многозональных изображениях Sentinel-2 с использованием нейросетевой архитектуры U-Net [1], в которой базовый энкодер заменён на модифицированный ResNet-18 [2].

Для проведения экспериментов применялись спутниковые данные космической системы Sentinel-2, полученные через геоинформационную платформу Google Earth Engine [3]. Для каждого исследуемого региона были сформированы безоблачные композитные изображения на основе медианных значений спектральных каналов за летний период. Это позволило исключить влияние облачности и сезонных изменений на результаты обработки. Разметка обучающих масок выполнена вручную с последующей проверкой по открытым картографическим ресурсам.

Используемая модифицированная модель состоит из пяти нисходящих и четырех восходящих блока. Последние включают транспонированные свёртки, которые объединяют признаки декодера с данными соответствующих уровней энкодера. Выходной слой содержит один канал, формирующий карту вероятности принадлежности пикселя к застройке. Для получения бинарной маски применяется сигмоидальная функция с последующей пороговой фильтрацией.

Обучение проводилось на выборке из пяти изображений размером 2560 × 1440 пикселей. Входные данные были сформированы из шести каналов (B2–B7), охватывающих видимый и ближний инфракрасный диапазон, а также были приведены к пространственному разрешению 10 м/пиксель. В процессе обучения используется функция потерь BCEWithLogitsLoss и оптимизатор Adam. Все входные данные были

нормализованы масштабированием (коэффициент — 0,0001). После 1000 эпох значение функции потерь составило 0,0388, а метрика F1-Score — 0,8095, что свидетельствует о весьма высокой точности выделения застроенных областей при сравнительно небольшом размере обучающей выборки. Результаты нейросетевой обработки представлены в виде карт распределения искусственной застройки с координатной привязкой.

В докладе приведены примеры работы разработанной модели, анализ качества сегментации и направления возможного повышения точности при использовании более масштабных наборов данных и дополнительных спектральных каналов.

Библиографический список

1. Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, Thomas Brox. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. In: Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI), 2015.
2. Xianfeng O., Pengcheng Y., Yiming Z., Guoyun Z., Wujing L. Moving Object Detection Method via ResNet-18 With Encoder–Decoder Structure in Complex Scenes, 2019.
3. Gorelick N., Hancher M., Dixon M. et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote Sensing of Environment, 2020.

СОВМЕЩЕНИЕ ЦВЕТОВЫХ КАНАЛОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА

С.А. Рябинин

Научный руководитель – Соловьев А.В.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Совмещение цветowych каналов изображений (RGB) является важной задачей в цифровой обработке изображений, особенно при восстановлении цветных снимков, полученных с различными искажениями: смещением, масштабированием или поворотом отдельных каналов. Нарушение пространственного соответствия между каналами приводит к искажению цветопередачи, снижению резкости и появлению паразитных контуров.

Для восстановления взаимного положения каналов применяются методы корреляционного анализа, позволяющие количественно оценить степень совпадения изображений и определить параметры трансформации. В данной работе проведено сравнение трёх методов корреляционного анализа: корреляции Пирсона, кросс-корреляции и взаимной информации. Цель исследования — оценить точность совмещения цветowych каналов и определить оптимальный метод по критерию минимального среднеквадратичного отклонения (СКО) от эталонных параметров.

Методы корреляционного анализа

1) *Коэффициент корреляции Пирсона* измеряет линейную зависимость между яркостными значениями двух изображений:

$$R = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (Y_i - \bar{Y})^2 \sum (X_i - \bar{X})^2}}, \quad (1)$$

где X_i , Y_i — значения яркости пикселей двух каналов.

2) *Кросс-корреляция* позволяет определить величину смещения одного изображения относительно другого, вычисляя коэффициент схожести при различных сдвигах:

$$R_{xy}(t) = \sum_{n=1}^N x(n) \cdot y(n+t), \quad (2)$$

где t — параметр сдвига.

3) *Метод взаимной информации* основан на теории информации и измеряет степень взаимной зависимости между распределениями яркостей двух изображений:

$$R(X; Y) = \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} P(x, y) \cdot \log\left(\frac{P(x, y)}{P(x) \cdot P(y)}\right), \quad (3)$$

где $P(x, y)$ — совместная вероятность появления интенсивностей x и y , $P(x)$, $P(y)$ — их маргинальные распределения.

Критерий точности корреляции

Для количественной оценки точности восстановления параметров (смещение, масштаб, угол поворота) используется нормализованное среднеквадратичное отклонение (СКО), выраженное в процентах:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{x^{\text{мет}} - x}{S}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где $x^{\text{мет}}$ — эталонное значение параметра, x — значение полученное методом, S — нормировочная величина, выбранная по порядку величины параметра:

- для смещений — $S=10$ пикселей,
- для масштаба — $S=1.0$,
- для углов — $S=10^\circ$.

Экспериментальная часть

Для анализа были заданы эталонные смещения по оси X и Y (таблица 1), масштаб и угол поворота зеленого и синего цветовых каналов относительно красного канала. Затем каждый из методов применялся для восстановления этих параметров. Точность оценивалась по среднеквадратичному отклонению (СКО) от эталонных значений.

Таблица 1 – Эталонные параметры смещений

Смещение X , пикселей	Смещение Y , пикселей	Масштаб	Угол поворота, °
3	-2	1.05	2

Полученные результаты

Таблица 2 – Результаты работы методов

Метод	Смещение X , пикселей	Смещение Y , пикселей	Масштаб	Угол, °	СКО (%)
Корреляция Пирсона	2.5	-1.6	1.03	1.4	14.05
Кросс- корреляция	2.8	-2.1	1.04	1.8	13.02
Взаимная информация	3.0	-2.0	1.05	2.0	12.21

Из таблицы 2 видно, что метод взаимной информации наиболее точно восстанавливает все параметры трансформации каналов, практически полностью совпадая с эталонными значениями. Метод кросс-корреляции демонстрирует близкие

результаты при меньших вычислительных затратах, а метод Пирсона показал наибольшее отклонение из-за чувствительности к шумам и нелинейным искажениям.

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ РИСКОВ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ПРИ НЕЧЕТКОСТИ ПРОЕКТНЫХ ДАННЫХ

Ф.А. Сафонов, А.И. Таганов, М.И. Цыцына

**Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова,
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В процессе выполнения сложных программных проектов возникают разного рода риски проекта, которые зачастую негативным образом влияют на весь ход выполнения проекта и его конечные результаты. Для снижения отрицательного влияния рисков на выполнение проекта используются на практике различные методы, технологии и алгоритмы управления рисками проекта [6 - 11]. При этом особую группу развивающихся методов и технологий управления рисками программного проекта составляют алгоритмические решения, направленные на создание эффективных средств анализа и идентификации рисков проекта в условиях неопределенности и нечеткости проектных данных. Одной из задач этого плана является проблема автоматической классификации и идентификации рисков по всем основным стадиям жизненного цикла (ЖЦ) программного проекта [4, 7 - 11].

Анализ известных методов и алгоритмов автоматической классификации рисков в условиях неопределенности и нечеткости проектных данных проекта показал, что в первом приближении все известные методы и алгоритмы автоматической классификации рисков проекта можно разделить на эвристические, оптимизационные и иерархические. При этом группа эвристических подходов и методов в последнее время развивается наиболее интенсивно вследствие динамики развития современных информационных технологий применительно к процессам и задачам управления проектами [4 - 8].

В число подлежащих анализу в работе эвристических алгоритмов автоматической классификации рисков проекта вошли алгоритмы Гитмана-Левина, алгоритм Тамуры - Хигути – Танаки, алгоритм Кутюрье – Фьолео, алгоритм Берштейна – Дзюбы и другие. При этом алгоритмические подходы Гитмана-Левина [12] являются одними из первых эвристических процедур, использующих понятие нечеткого множества, и строят разбиение нечеткого множества объектов, подлежащих классификации, на унимодальные нечеткие множества и тем самым расширяют возможности для построения целевого эвристического алгоритма анализа рисков программного проекта в условиях нечеткости проектных данных.

В данной работе рассмотрено применение формализмов теории нечетких множеств и процедуры Гитмана-Левина для построения эвристического алгоритма классификации рисков программного проекта в условиях нечеткости проектных данных. При этом в число задач проведенного исследования вошли: анализ алгоритмов автоматической классификации рисков проекта в условиях неопределенности и нечеткости проектных данных в контексте постановки общей задачи выделения объектов (рисков) в исследуемой совокупности проектных данных, обладающей признаками нечеткости структуры; разработка эвристического алгоритма автоматической классификации рисков проекта для формализации процесса анализа рисков проекта; экспериментальное обоснование эффективности предложенного

алгоритма классификации при анализе рисков проекта в условиях нечеткости проектных данных.

Практическая направленность работы заключается в том, что представленный в работе алгоритм автоматической классификации рисков программного проекта, основанный на формализмах теории нечетких множеств и эвристической процедуре классификации объектов Гитмана-Левина, позволяет на практике быстро обрабатывать достаточно большие массивы данных, а полученные в результате кластеры могут иметь как эллиптическую, так и сферическую форму. Таким образом, этот алгоритм может рассматриваться как процедура комбинированной прямой классификации в том смысле, в котором этот термин использовался И.Д. Манделем в своих исследованиях и работах.

Библиографический список

1. Берштейн Л.С., Дзюба ТА. Решение задач классификации на нечетких графах // Новости искусственного интеллекта, 2000. - № 3. - С. 113-121.
2. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 284 с.
3. Вятчинин Д.А. Нечеткие методы автоматической классификации: Монография. - Минск: Технопринт, 2004. - 219 с.
4. Демидова Л.А., Советов П.Н., Горчаков А. В. Кластеризация представлений текстов программ на основе цепей Маркова // Вестник РГРТУ. 2022. Выпуск 81. С. 51-64.
5. Корячко В.П., Минаев В.А., Степанов Р.О., Фаддеев А.О. Математическое и компьютерное моделирование сейсмических рисков на территориях расположения объектов критической инфраструктуры // Вестник РГРТУ. 2023. № 84. С. 133-142.
6. Мандель И.Д. Кластерный анализ. - Москва: Финансы и статистика, 1988. - 176 с.
7. Перепелкин Д.А., Фам А.М. Математические модели планирования упорядоченного набора операций для распределения разнородных ресурсов в промышленных телекоммуникационных сетях // Вестник РГРТУ. 2022. Выпуск 79. С. 56-67.
8. Таганов А.И. Анализ и классификация рисков проекта методами нечеткой классификации // Информационные технологии моделирования и управления - Воронеж: Научная книга, 2010. - Вып. 63. - С. 455 - 461.
9. Таганов А.И. Основы идентификации, анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости: Монография. - М.: Горячая линия - Телеком, 2012. - 224 с.
10. Цыцына М.И. Анализ методов и стандартов в области менеджмента надежности и риска космических систем // В книге: Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. - Рязань, 2019. - С. 337-338.
11. Цыцына М.И. Применение методов нечеткой классификации для оптимизации состава контролируемых рисков качества программного проекта // В сборнике: Материалы IX научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. - Рязань: РГРТУ, 2023.
12. Gitman J., Levine M.D. An Algorithm for Detecting Unimodal Fuzzy Sets and Its Application as a Clustering Technique // IEEE Transactions on Computers. - 1970. - Vol. C-19. - pp. 583-593.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ

А.М. Смолев

Научный руководитель – Головнин О.К., д.т.н., доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

По ходу территориального планирования, инфраструктурного проектирования, исследований в области сельского хозяйства, оценки альтернатив и других работ в управленческой сфере крайне часто возникают задачи, требующие построение пространственных геоинформационных моделей для нахождения решения в приемлемые сроки в силу сложности и неоднородности исходных данных с различными временными характеристиками [1, 2]. Геоинформационные модели состоят из идентифицирующей, пространственной и атрибутивной информации об объектах рассматриваемой территории. Объекты могут быть как физическими предметами (строения, дороги, инфраструктура), так и концептуальными явлениями (ДТП, интенсивность движения).

Неструктурированность планировочных задач приводит к необходимости применять при их решении средства поддержки принятия решений. В рассматриваемой области в этих целях используются системы поддержки принятия пространственных решений (СППР), обычно представляющие собой синтез геоинформационной системы (ГИС) и методов многокритериального анализа решений (МКАР) [3]. Задача подсистемы ГИС состоит в построении геоинформационной модели данных, которая затем используется в качестве входных данных для МКАР [4]. Так как модель часто должна содержать значительный объем геометрических данных, для ускорения инженерных работ необходимо обеспечивать как минимум частичную автоматизацию построения данной модели.

В целях автоматизации работы с СППР при осуществлении сразу большого количества однотипных модификаций с объектами на карте был реализован инструмент «Пакетная модификация геометрий вдоль линии» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Пакетная модификация геометрий вдоль линии

Основным назначением этого инструмента является установка и массовое редактирование объектов инфраструктуры в рамках дорожного проектирования. Опишем принцип работы инструмента. На первом этапе составляется список геометрий, пересекающихся с выбранной линией – их будем называть базовыми. Обычно они образуют проезжую часть дороги. Участки, расположенные на краях

линии, обрезаются посредством нахождения их пересечения с буферной зоной этой линии. Это необходимо, чтобы действие операции не выходило за заданные пределы. Далее находятся все объекты, пересекающиеся с базовыми геометриями или примыкающие к ним. Они группируются в зависимости от слоя либо атрибутов геоинформационной модели на пересекающую проезжую часть, тротуары и т.д. Наконец, производится собственная модификация модели с учетом информации о примыкающих объектах. К способам модификации относятся: создание новых геометрий, обладающих определенными взаимоотношениями с существующими; редактирование контуров и стилей отрисовки существующих объектов; удаление объектов по выбранному критерию; правка числовых и текстовых атрибутов, например, подписей. К настоящему моменту реализованы следующие пакетные операции:

- закругление геометрий въездов и примыканий, как на рисунке 1;
- установка тротуаров, велодорожек и другой инфраструктуры;
- расстановка подписей проезжей части;
- расстановка подписей примыканий.

При реализации второго сценария – установке тротуаров – учитывается информация о пересечениях и примыканиях обрабатываемой дороги с обладающими свойством «Асфальтобетонное покрытие». В местах пересечений тротуары отсекаются, а вместо них устанавливается дорожная разметка 1.14 «Пешеходный переход». Подобный паттерн конструирования объектов может применяться и в других задачах в рамках ГИС.

В дальнейшем планируется реализация дополнительных пакетных операций. Кроме того, перспективной видится разработка формата структурированного текстового документа на базе XML, позволяющего однозначно описывать правила пакетной модификации с учетом исходных данных и формы проводимых изменений.

Библиографический список

1. Комбинированная геоинформационная многослойная пространственно-временная модель / А.В. Иващенко, О.К. Головнин, А.А. Головина, Е.А. Додорова // Информатика и автоматизация. – 2025. – Т. 24, № 2. – С. 684-711.
2. ГИС в СППР как фактор развития растениеводческой отрасли сельского хозяйства / А. В. Дудник, А. Ю. Шадюк, Н. В. Гайдук // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты: сб. материалов I всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – С. 51-54.
3. Управление территориями на основе анализа рисков с использованием многокритериальной ГИС поддержки принятия решений / В. И. Диденко [и др.] // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2013. – № 2. – С. 143-152.
4. Использование геоинформационных технологий в градостроительном планировании / М. Х. Аль Савафи // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: БГТУ, 2019. – С. 24-33.

ОБЗОР МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ ОБЛАЧНОГО ПОКРОВА НА СНИМКАХ ОТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А.В. Соловьёв, Д.А. Андреев

Научный руководитель – Москвитин А.Э., д.т.н., профессор
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
 радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

С помощью дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) специалисты получают большой объём данных для решения прикладных задач. Для целевого использования сырые данные ДЗЗ требуют постобработки.

ДЗЗ осуществляется в оптическом и инфракрасном диапазонах электромагнитных волн [1]. Одной из ключевых задач постобработки спутниковых данных является сегментация облачного покрова. Облака закрывают собой земную поверхность, что затрудняет анализ снимков. Существует несколько подходов к решению данной задачи.

Пороговый метод — основан на спектральном анализе подстилающей поверхности и облачности в каждом пикселе изображения [2]. В данном методе используется информация отдельных спектральных каналов и устанавливаются четкие числовые пороги по яркости или по температуре. Пороговый метод прост в реализации, однако плохо справляется с тонкими перистыми облаками, а также часто ошибается с пикселями, содержащими и землю, и облако.

Колометрический метод основан на анализе данных многоспектральных снимков [3]. Такой метод упрощает распознавание облачности на многоканальных снимках, но неприменим для одноканальной съёмки. Алгоритм выделяет все объекты белого или серого цвета, так как чаще всего эти цвета соответствуют цвету облаков на снимке. Одним из недостатков алгоритма является то, что он может принять снег, песок, бетон или асфальт за облака из-за их схожести по цвету.

Байесовский классификатор - вычисляет вероятность того, что пиксель принадлежит к заранее определённом классу облачности [4]. На первом этапе происходит обнаружение облачности и построение маски облачности на эталонном (обучающем) наборе снимков. С помощью пороговых значений апостериорной вероятности формируется четырехуровневая маска облачности со значениями: ясно, возможно ясно, облачно и возможно облачно.

В качестве признаков для кластеризации и классификации используют средние яркости пикселей, которые рассчитывают в окне $l \times l$, и значения энтропии, которые вычисляют в окне $m \times m$. Энтропия измеряет текстуру и неоднородность области, а сами облака часто создают участки с высокой энтропией. Классификатор запоминает, какие комбинации яркости и энтропии соответствуют облакам, затем он применяет эти знания к новым снимкам. По результатам исследований, для большинства снимков байесовский классификатор обеспечивает лучшие результаты выделения облачности по сравнению с другими методами [5].

Применение рассмотренных методов позволяет обеспечить выделение облаков на спутниковых снимках и тем самым сделать их более пригодными для практического применения.

Библиографический список

1. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: учеб. пособие. М.: Логос, 2001.

2. Андреев А. И., Шамилова Ю. А. Детектирование облачности по данным КА Himawari-8 с применением сверточной нейронной сети // Исследование Земли из Космоса. — 2021. — № 2. — С. 42–52.

3. Астафуров В. Г., Рассказчикова Т. М., Скороходов А. В. Интерпретация данных дистанционного зондирования облаков из космоса в видимой области спектра // ФИЗИКА. — 2012. — Т. 55, № 3. — С. 2.

4. Беляков Н. В., Васильев А. В., Колпинский С. В. Нейросетевая сегментация облачности и снежного покрова по мультиспектральным данным гидрометеорологического спутника «Электро-Л» № 2 // — 2024. — Т. 21, № 2. — С. 36–50.

5. Косторная А. А., Захватов М. Г., Токарева Ю. В. Результаты испытания методики дешифрирования облачного покрова по спутниковым данным // — С. 169.

АСПЕКТЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И МЕТОДЫ ИХ ОЦЕНКИ

А.В. Соловьёв, П.А. Онущенко

Научный руководитель – Москвитин А.Э., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Дистанционное зондирование Земли — это метод сбора данных о земной поверхности и атмосфере без физического контакта, с применением космических, авиационных или наземных технологий. Эффективность применения данных ДЗЗ определяется не только качеством исходного изображения, но и методами его обработки и анализа.

Снимки, полученные в результате ДЗЗ содержат множество случайных, системных и систематических искажений, связанных с кривизной Земли, атмосферными эффектами, движением съемочного аппарата относительно поверхности в момент съемки, неточностями используемой аппаратуры и помехами в каналах связи.

Одним из методов устранения этих искажений, является геометрическая коррекция. В статье рассмотрены ключевые аспекты этих видов коррекции, применяемые методы и подходы к оценке качества.

Геометрическая коррекция представляет собой комплекс процедур, направленных на устранение пространственных несоответствий, возникающих на спутниковых снимках. Этот процесс включает два ключевых этапа: орторектификацию, которая устраняет топографические искажения, и географическую привязку, обеспечивающую точное позиционирование данных в глобальной системе координат.

Под геометрическими искажениями понимают отклонения пространственных характеристик изображения от теоретически идеальной модели.

Основными источниками искажений являются кривизна поверхности Земли, искажение масштаба при съемке, неровности рельефа вращения Земли.

Геометрическая коррекция подразумевает удаление искажений изображения и установление связи между системой координат изображения и географической системой координат.

Геометрическая коррекция снимков ДЗЗ начинается с выбора метода в зависимости от преобладающих искажений, анализа сенсора и условий съемки для баланса точности и вычислительных затрат. Затем определяются параметры преобразования координат с использованием калибровочных данных или опорных точек местности

(ОТМ). Выполняется интерполяция с минимизацией артефактов, за которой следует проверка точности на контрольных точках (КТ). Ключевые метрики включают СКО, СКО внутренних расстояний, систематическое смещение, CE90/CE95, а также визуальный анализ наложения на эталонные данные.

Основные методы коррекции: систематическая (на основе референс-данных или геометрии сенсора, уравнения коллинеарности), несистематическая (полиномы по ОТМ методом наименьших квадратов) и комбинированная (систематическая + полиномы низкого порядка).

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО И АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

С.А. Сухова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Системы принятия решений, в основе которых лежат методы геоинформационного анализа, помогают бизнесам различной направленности и масштаба открывать свои точки в тех местах, где их продукты будут наиболее востребованы. Для более детального анализа в таких системах следует учитывать не только уровень платёжеспособности населения, но и возрастную и половую состав групп населения, а также их географическое расположение в пределах города или иного населённого пункта.

Математический и алгоритмический аппарат для геоинформационного анализа должен включать в себя способы реализации следующих компонентов:

1. Анализ близости предприятий, который будет показывать все предприятия, находящиеся в заданном радиусе.

2. Наложение слоёв. В карте необходимо выделить следующие слои для наиболее эффективного составления анализа: слой населения, в котором будет распределение населения по возрастному и половому признаку; транспортный слой – в него будут включены все маршруты общественного транспорта; культурный слой, в котором будут выделены все достопримечательности, театры, музеи и другие культурные объекты.

3. Пространственная статистика, которая будет показывать места с наибольшим скоплением того или иного вида бизнеса.

4. Сетевой анализ, который будет учитывать аспект логистики предприятия. В него будет включено построение оптимальных маршрутов, ситуация в дорожной сети, и т.д.

Для проведения геоинформационного анализа необходимо хранить и обрабатывать большие объёмы данных. В ходе разработки математического обеспечения планируется создать ER-модель, которая поможет оптимизировать хранение данных. Одним из результатов алгоритмического обеспечения станут диаграммы в нотации UML, которые помогут оптимизировать процессы обработки данных, а также опишут весь функционал системы.

Библиографический список

1. Цифровая платформа МСП. Раздел «Статистика для бизнеса»: [Электронный ресурс]. – URL: <https://mcn.рф/analytics/> (дата обращения 15.10.2025).

**МЕТОД ОБЪЕДИНЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ,
ПОЛУЧЕННЫХ НА ВОСХОДЯЩЕМ И НИСХОДЯЩЕМ ВИТКАХ ОРБИТЫ, С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ЛУКАСЕВИЧА И
МУЛЬТИВРЕМЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СПЕКЛ-ШУМА**

В.А. Ушенкин

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Из-за отсутствия аналога надирной оптической съемки на радиолокационных изображениях, полученных космическими аппаратами при боковом обзоре, всегда присутствуют области с дефектами, вызванными перепадами высот наблюдаемых объектов: переналожениями радиосигналов и радиотенями. Области переналожений сигналов характеризуются чрезмерной яркостью и сниженным пространственным разрешением по наземной дальности. Области радиотени характеризуются отсутствием полезного сигнала.

Известны алгоритмы [1, 2], позволяющие уменьшить количество таких дефектов за счет объединения изображений, полученных с восходящего и нисходящего витков орбиты, однако они требуют наличия высокоточной и высокодетальной информации о высотах наблюдаемых объектов. В случае низкой детальности привлекаемой цифровой модели высот на результате объединения возникают ложные резкие границы – «швы».

В то же время, в отличие от ряда зарубежных стран, в России отсутствует собственная высококачественная глобальная цифровая модель высот и в основном используются лишь низкодетальные зарубежные данные, имеющиеся в открытом доступе. Поэтому актуальна разработка метода объединения радиолокационных изображений с восходящего и нисходящего витков орбиты без возникновения «швов» в условиях низкой детальности опорной цифровой модели высот.

В известных алгоритмах [1, 2] в зависимости от истинности одного из взаимоисключающих условий на результат комплексирования переносится сигнал одного из двух изображений. При этом условия задаются бинарными масками переналожений и затенений, рассчитываемыми с использованием опорных данных о высотах. Из-за недостаточной детальности опорных данных границы областей переналожений и затенений на бинарных масках определяются неточно. Поэтому «швы» проходят не по истинным границам наблюдаемых объектов, а рядом с ними, порождая ложные резкие границы.

Для исключения ложных резких границ в работе [3] предложено перейти от четких логических условий к нечетким с формированием нечетких масок переналожений и затенений вместо бинарных. При этом подробно рассмотрен случай, когда нечеткие логические условия описывают выбор между двумя источниками заполнения результирующего изображения. На нечетких масках неточные границы областей переналожений и затенений оказываются размытыми, что обеспечивает плавный переход от одного изображения к другому без образования «шва» на результате объединения.

В настоящей работе предлагается развитие описанного выше подхода в случае трех нечетких условий и трех вариантов заполнения результата объединения: сигналом одного из объединяемых изображений или результатом мультिवременной фильтрации спекл-шума с использованием обоих исходных изображений. Показано, что при таком объединении для определения степени истинности нечетких условий пригодна только нечеткая логика Лукасевича. Применение мультिवременной фильтрации спекл-шума

в участках, на которых на обоих исходных изображениях отсутствуют дефекты, позволяет дополнительно улучшить радиометрическое качество результата объединения.

В докладе приведены примеры результатов объединения радиолокационных изображений от космического аппарата «TerraSAR-X» с использованием цифровой модели высот Copernicus DEM.

Библиографический список

1. Chandrakanth R., Saibaba J., Varadan G., Ananth Raj P. Fusion of ascending and descending pass high resolution SAR data // Journal of Geomatics. 2014. Vol. 8. No. 2. P. 164-169.
2. Zhang J., Wei J., Huang G., Zhang Y. Fusion of ascending and descending polarimetric SAR data for colour orthophoto generation // International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. 2010. Vol. 38. Part 7A. P. 323-328.
3. Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Комплексирование радиолокационных изображений от восходящего и нисходящего витков орбиты на основе нечеткой логики // Цифровая обработка сигналов. 2018. № 3. С. 10-15.

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ОБЛАЧНОСТИ И НАВОДНЕНИЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ОТ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ

В.А. Ушенкин, С.А. Ларюков, В.А. Овчинников

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Автоматическая высокоскоростная сегментация объектов на изображениях от космических аппаратов оптико-электронного наблюдения Земли значительно повышает оперативность мониторинга атмосферы и земной поверхности. Для сегментации облачности и водных объектов разработаны алгоритмы, использующие анализ межканального параллакса и пороговую обработку, однако нейросетевые методы при решении этой задачи являются более эффективными и универсальными [1].

Авторами предложена архитектура искусственной нейронной сети (ИНС) «Lanky U-Net», являющаяся модификацией известной ИНС «U-Net» [2], разработанной для сегментации медицинских изображений. В новой архитектуре вдвое сокращено число свёрточных слоёв, на один уровень увеличена глубина пирамиды, в четыре раза уменьшено число каналов в промежуточных слоях, что позволило практически в 22 раза сократить вычислительную сложность нейросетевой обработки без потери точности.

ИНС «Lanky U-Net» формирует на выходе бинарную маску, где значение 1 соответствует наличию объекта (облачности или наводнения) на конкретном пикселе изображения, а 0 – его отсутствию. При сегментации облачности на вход поступает одноканальное (панхроматическое) или трёхканальное (зелёный, красный и инфракрасный каналы при мультиспектральной съёмке) изображение. Для детектирования наводнений используется 8 каналов: три спектральных канала обзорного изображения, затем их среднеквадратичные вариации яркости, и в последних двух каналах записаны карты водного и вегетационного индексов. Для обнаружения регионов наводнения сначала производится сегментация всей водной

поверхности на изображении, из маски которой впоследствии вычитается маска постоянной воды.

Дополнительно авторами была разработана низкоуровневая библиотека выполнения свёрточных нейронных сетей. Библиотека способна осуществлять конвертацию и оптимизацию вычислительного графа ИНС, обученной с помощью платформы TensorFlow, и затем выполнять вычисления на видеоускорителях без привязки к конкретным версиям CUDA и cuDNN.

В докладе приводятся примеры сегментированных изображений от космического аппарата «Ресурс-П» и оценки производительности и качества сегментации. Использование предлагаемой архитектуры в совокупности с разработанной библиотекой обеспечивает ускорение сегментации облачности и наводнений в 5,7 раз по сравнению с ИНС «U-Net», обчислываемой с помощью платформы TensorFlow.

Библиографический список

1. Ушенкин В.А., Макаренков А.А., Егоскин Н.А. Обработка данных дистанционного зондирования Земли с помощью технологий искусственного интеллекта // Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань, 2023. С. 7-9.

2. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention. 2015. P. 234–241.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА К-СРЕДНИХ С РАЗЛИЧНЫМИ МЕТРИКАМИ РАССТОЯНИЙ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

К.Г. Федотов

Научный руководитель – Ушенкин В.А., к.т.н.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В последние годы методы обработки изображений активно развиваются, особенно в направлении автоматического выделения и классификации объектов. Одним из эффективных инструментов решения таких задач является алгоритм К-средних, основанный на итеративном разбиении данных на кластеры по признаку схожести.

Алгоритм к-средних нацелен на разбиение выборки на заданное число непересекающихся кластеров так, чтобы внутри каждого кластера объекты были максимально компактны относительно своего центра. Работа алгоритма начинается с произвольного выбора К начальных центров; далее объекты относят к ближайшим центрам, а сами центры пересчитывают как средние по соответствующим кластерам, и эти шаги повторяются до стабилизации центров. Приемлемые результаты ожидаемы, когда данные образуют отчетливо разделённые группы; качество существенно зависит от числа К, начальной инициализации и метрики, используемой для оценки расстояния до центра кластера. На практике обычно экспериментально подбирают К, начальные центры и метрику расстояния [1].

В настоящей работе алгоритм К-средних реализован с использованием двух метрик расстояния – евклидово расстояние и разность единицы и косинусного сходства, что позволяет сравнить их влияние на качество разбиения изображения на однородные

области. Применение разных метрик дает возможность оценить устойчивость алгоритма к изменениям яркости и цвета.

При рассмотрении цветного RGB изображения значения кодов яркости пикселя в цветовых каналах R, G, B могут быть представлены в виде вектора. Евклидово расстояние определяется длиной вектора, соединяющего концы двух векторов, направленных из начала координат и соответствующих сопоставляемых пикселям. Косинусное сходство равняется косинусу угла между векторами.

Таким образом, евклидово расстояние учитывает длину векторов, то есть сравнивает пиксели по абсолютным различиям каналов R, G, B, поэтому пиксели, соответствующие одному и тому же типу объекта, в зависимости от освещения могут оказаться далеко друг от друга - метрика чувствительна к яркости пикселя. Косинусное сходство, напротив, игнорирует длину векторов и сравнивает только их направления, то есть объекты одного цвета, но по-разному освещенные признаются идентичными.

Для оценки точности кластеризации используется общая точность - доля пикселей, чьи предсказанные метки совпали с эталонными [2]. Сравнение результатов кластеризации по различным метрикам расстояния позволяет определить оптимальный подход для сегментации изображений различного типа.

Основной задачей данной работы является моделирование и анализ работы алгоритма K-средних при выделении объектов на изображениях. В докладе представлены примеры выделения объектов на изображении и сравнительный анализ точности, демонстрирующий влияние выбора метрики расстояния на результат кластеризации.

Библиографический список

1. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. — М.: Мир, 1978. — С.109—112.
2. Coates A., Ng A.Y. Learning Feature Representations with K-means // *Neural Networks: Tricks of the Trade*. 2nd ed. Lecture Notes in Computer Science / edited by G. Montavon, G.B. Orr, K.-R. Müller. - Vol. 7700. — Berlin, Heidelberg: Springer, 2012. - Pp. 13-15.

Секция 9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МАКЕТА СЕТЕВОГО КОММУНИКАЦИОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

К.В. Анисимов, И.Г. Захаров

Научный руководитель – Перепелкин Д.А., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Устройства интернета вещей [1] в настоящее время нашли широкое применение в различных сферах: промышленность, транспорт, ресурсоснабжение, безопасность и т.д. Количество устройств Интернета вещей с каждым годом продолжает увеличиваться, что создает потребность в более эффективных методах управления потоками данных в сетях. Одним из подходов, позволяющих увеличить эффективность сетей, является использование программно-конфигурируемых сетей (ПКС) [2].

Для проведения экспериментальных исследований алгоритмов управления потоками данных в ПКС был разработан макет сетевого коммуникационного преобразователя, который предназначен для передачи в IP-сеть данных, собираемых с датчика, имеющего интерфейс UART.

Основу конструкции макета преобразователя составляет печатная плата, выполненная из одностороннего стеклотекстолита FR4, толщиной 1 мм. Габариты печатной платы – 72 x 48 мм. Трассировка печатной платы была выполнена в САПР DipTrace в соответствии со схемой, изображенной на рисунке. Сама плата макета была изготовлена с использованием ЛУ-технологии.

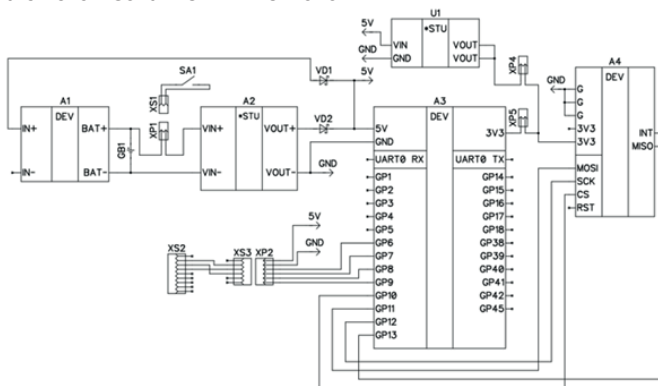


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная макета сетевого коммуникационного преобразователя

Макет преобразователя был собран на основе готовых модулей, что предоставляет возможность удобной замены компонентов при необходимости, а также обеспечивает минимальное время для сборки самого макета.

Макет преобразователя содержит следующие основные компоненты.

1. Модуль с микроконтроллером ESP32-S3. Данный микроконтроллер содержит в себе Wi-Fi модуль, что обеспечивает возможность передачи данных посредством беспроводного соединения.

2. Модуль Ethernet W5500, предназначенный для подключения преобразователя к IP-сети посредством проводного подключения.

3. Литий-ионный аккумулятор для возможности автономной работы преобразователя.

4. Модуль повышающего преобразователя постоянного тока MT3608 для преобразования напряжения аккумулятора в необходимое для работы остальных модулей.

5. Модуль заряда литий-ионного аккумулятора TP4056.

6. Коннектор DB-9 для подключения датчика или других не IP устройств к преобразователю.

7. Выключатель клавишный, необходимый для включения преобразователя для работы в автономном режиме.

Макет сетевого преобразователя имеет следующие функциональные возможности: настройка способа подключения к IP-сети (посредством Wi-Fi или Ethernet), настройка IP адреса самого преобразователя, настройка протокола передачи данных на удаленный сервер (TCP или UDP), настройка источника передаваемых данных и периодичности передачи.

Была проведена проверка работоспособности устройства при подключении его к IP-сети посредством Wi-Fi и Ethernet. Устройство успешно обеспечивало передачу данных на удаленный веб-сервер при различных комбинациях среды и протокола передачи данных: Ethernet – TCP, Ethernet – UDP, Wi-Fi – TCP, Wi-Fi – UDP.

Помимо этого, было измерено энергопотребление устройства при различных вариантах работы. При подключении преобразователя к сети через Ethernet потребляемый ток составил 270 мА, время автономной работы – приблизительно 5 часов. При подключении преобразователя к сети через Wi-Fi потребляемый ток составил 180 мА, а время автономной работы – приблизительно 7 часов.

В дальнейшем разработанный сетевой коммуникационный преобразователь планируется использовать для проведения экспериментальных исследований работы интеллектуальных алгоритмов QoS-маршрутизации в гетерогенных ПКС. Методика планируемого экспериментального исследования состоит из следующих укрупненных шагов.

Шаг 1. Подключение к ПКС множества сетевых коммуникационных преобразователей.

Шаг 2. Настройка коммуникационных преобразователей на передачу данных с использованием различных протоколов.

Шаг 3. Запуск алгоритма маршрутизации.

Шаг 4. Мониторинг работы алгоритма с помощью контроллера ПКС.

Библиографический список

1. Перепелкин, Д. А. Разработка шлюза и облачной платформы программно-конфигурируемой сети устройств Интернета вещей / Д. А. Перепелкин, Д. Д. Ткачев // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2023. – № 84. – С. 88-98. – DOI 10.21667/1995-4565-2023-84-88-98.

2. Корячко В. П., Перепелкин Д. А. Программно-конфигурируемые сети. Учебник для вузов. М.: Горячая линия-Телеком, 2020. 288 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА БПЛА ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕНТАРЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИМУЛЯЦИИ

Е.И. Бавбель

Научный руководитель – Алексеев В.Ф., к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В докладе рассматривается оптимизация траектории полета беспилотного летательного аппарата (БПЛА) для автоматизированного учета инвентаря на складах. Предлагается сравнительный анализ двух типов траекторий – зигзагообразной и вертикальной (вверх-вниз) – с целью минимизации времени полета при сохранении высокой точности сканирования (рисунок 1). Исследование проводилось в симуляционной среде *Gazebo* с использованием модели шестироторного БПЛА. Результаты показали, что зигзагообразная траектория сокращает расчетное время полета на 27,25 % по сравнению с вертикальной при сохранении точности на уровне 98 %.

Традиционные методы ручного учета запасов требуют значительных временных и трудовых затрат, особенно на крупных складах. БПЛА позволяют автоматизировать процесс, обеспечивая безопасность и оперативность [1]. Однако ограниченная автономность полета и сложность внутренней навигации требуют тщательного планирования траектории. В работе анализируются горизонтальные и вертикальные перемещения БПЛА, задержки на идентификацию товаров между стеллажами, а также позиционирование относительно полок. Для моделирования использовалась среда *Gazebo* с открытым исходным кодом, позволяющая эмулировать реальные складские условия. Тестировались две траектории: зигзагообразная с диагональными переходами между рядами и вертикальная с последовательным сканированием снизу вверх. Оценивались время полета, точность позиционирования и энергопотребление.

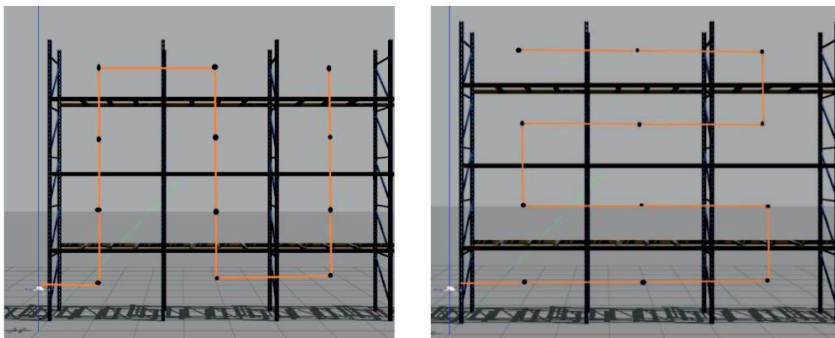


Рисунок 1 – Схема траектории в симуляционной модели склада

Подход позволяет сократить цикл учета инвентаря с нескольких часов до десятков минут. Зигзагообразная траектория минимизирует количество разворотов и вертикальных перемещений, что особенно важно при ограниченной емкости аккумулятора. Модель может быть интегрирована в системы управления складом с использованием ROS и камер для распознавания штрих-кодов [2]. Для повышения надежности реализован контроль отклонений от траектории с коррекцией по данным одометрии и визуальной навигации. Эксперименты подтвердили устойчивость

алгоритма к помехам в позиционировании, включая шумы сенсоров и турбулентность воздуха в закрытых помещениях.

Дополнительно проведен анализ влияния конфигурации склада на эффективность траекторий. В условиях плотной расстановки стеллажей зигзагообразный путь демонстрирует преимущество за счет сокращения холостых перемещений. Полученные данные согласуются с исследованиями по многоцелевой оптимизации маршрутов БПЛА [3]. В перспективе возможна реализация расширения до многодроновых систем с координацией через централизованный контроллер и интеграция с базами данных инвентаря в реальном времени. Это позволит реализовать динамическое перераспределение задач между аппаратами в зависимости от загруженности зон склада.

Для дальнейшего снижения энергозатрат и задержек предлагается применение семантической коммуникации на основе *SVD-MADRL*, где передается только ключевая информация о товарах [4]. Это уменьшит объем данных, повысит спектральную эффективность и адаптивность к изменениям канала связи. Алгоритм глубокого детерминированного градиента политики (*DDPG*) обеспечивает точную оптимизацию траектории и мощности в непрерывном пространстве действий, что критично для сложных складских сред.

Полученные результаты демонстрируют эффективность зигзагообразной траектории как оптимального решения для задач инвентаризации. Подход применим для складов различной конфигурации и масштаба, обеспечивая баланс между скоростью и точностью. Дальнейшее развитие предполагает адаптацию к реальным условиям с использованием *LiDAR* для навигации и машинного обучения для предиктивного планирования.

Библиографический список

1. Maweni T. et al. Optimised path planning of a UAV for inventory management applications // MATEC Web of Conferences. – 2023. – Vol. 388. – P. 04021.
2. Wawrla L. et al. Indoor drone applications in warehouse environments: A survey // Drones. – 2021. – Vol. 5, No. 4. – P. 112.
3. Liu Z. et al. Multi-objective optimization model for UAV route planning in road segment surveillance // Transp. Res. Part C: Emerg. Technol. – 2022. – Vol. 135. – P. 103512.
4. Yang Y. et al. Optimization research on UAV semantic communication system based on SVD-MADRL // Drone Syst. Appl. – 2025. – Vol. 13. – P. 1–13.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЯМИ

И.А. Бурмистрова

Научный руководитель – Митрошин А.А., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются существующие программные средства для управления требованиями, приводится их анализ и обоснование разработки собственного продукта.

Управление требованиями – процесс, который включает в себя выявление, анализ, документирование, утверждение, приоритизацию требований, их сопровождение и изменение на протяжении всего жизненного цикла продукта [1]. Программное

обеспечение для управления требованиями играет важную роль в жизненном цикле проекта, централизуя и автоматизируя управление требованиями [2].

Среди программных средств управления требованиями можно выделить IBM DOORS, Polarion ALM, Jira, RequirementsWin.

IBM Engineering Requirements Management DOORS (DOORS) – это инструмент управления требованиями, который используется для сбора, отслеживания, анализа пользовательских требований, их структурного хранения и возможности трассировки. К недостаткам системы можно отнести сложность восприятия и понимания без предварительной подготовки, высокую стоимость внедрения и зависимость от специализированных инструментов IBM.

Polarion ALM – это платформа, предназначенная для работы с требованиями и управления разработкой программного проекта, его развития в течение жизненного цикла. Она позволяет решать такие задачи, как управление требованиями, планирование, автоматическое создание отчетов о статусе и прогрессе проекта, организация совместной работы и коммуникации. Основным преимуществом платформы является использование технологии LiveDocs. Каждый элемент документа (абзац, таблица, заголовок) представляет собой отдельный объект, связанный с базой данных и имеющий уникальный идентификатор, атрибуты, статус, историю изменений и связи с другими элементами. Любое изменение фиксируется как версия элемента и отображается в истории правок. К недостаткам платформы относятся снижение производительности при хранении большого объема данных, высокая стоимость, сложность первоначальной настройки и масштабирования, ограничения при интеграции с внешними системами, не входящими в систему Siemens.

Jira представляет собой универсальный инструмент для командного ведения проектов, определения требований, их отслеживания, установки взаимосвязей и создания иерархий. Jira хорошо интегрируется с такими инструментами разработки, как системы контроля версий и серверы непрерывной интеграции, что обеспечивает отслеживаемость и упрощает процесс разработки. Однако многие функции недоступны в базовой версии и предоставляются через плагины, из-за чего итоговая стоимость увеличивается и оказывается высокой. Кроме того, настройка Jira может быть достаточно сложной, а переход на облачные сервисы подходит далеко не всем.

RequirementsWin – это система управления требованиями, отражающая основные принципы работы с ними. С помощью нее могут быть реализованы такие функции, как постановка требований, их структуризация, установление связей между ними, определение типов и атрибутов, экспорт и импорт данных. Основными преимуществами является наглядность, простота работы и доступность. К недостаткам можно отнести отсутствие многопользовательского режима, ролевого разграничения прав и сетевого доступа.

В результате анализа было выявлено, что существующие программные средства либо обладают ограниченной функциональностью для коллективной работы, либо финансово недоступны и требуют сложного и длительного внедрения, что ограничивает их использование малыми и средними предприятиями, которые не могут позволить дорогостоящие инструменты, но нуждаются в расширенном функционале. Разрабатываемая программа призвана сочетать в себе простоту использования, техническую и экономическую доступность, а также достаточный функционал для организации совместной работы.

Библиографический список

1. Халл Э., Джексон К., Дик Дж. Инженерия требований / пер. с англ. А.Снастина; под ред. В.К.Батоврина. – Москва: ДМК Пресс, 2017. – 218 с.
2. Вигерс Карл, Битти Джой Разработка требований к программному обеспечению. 3-е изд., дополненное / пер. с англ. – СПб.: БХВ, 2020. – 736 стр.

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ПРИНИМАЕМОГО СИГНАЛА НА БАЗЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОЦЕССОРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

А.А. Виноградов, М.Н. Нестеров

Научный руководитель – Дуксин Н.А., старший преподаватель

МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассматриваются вопросы разработки системы отображения принимаемого сигнала на базе специализированной процессорной архитектуры с фокусом на высокую скорость обработки данных и гибкость настройки системы. В условиях быстро меняющихся технологий и растущих требований к производительности, задача создания аппаратной системы, способной в реальном времени обрабатывать и отображать сигнал, становится особенно актуальной. Решение данной задачи требует применения специализированных процессоров [1] и оптимизированных архитектур, которые обеспечат минимальные задержки при обработке данных и позволят использовать систему в приложениях с высокими требованиями к быстродействию.

Ключевая цель разработки — создание системы, которая способна отображать принимаемый сигнал в режиме реального времени. Это позволяет решать задачи, связанные с мониторингом, анализом и визуализацией различных типов сигналов, от простых аналоговых данных до сложных цифровых потоков. Важно отметить, что система будет использовать стандартный интерфейс [2] VGA для вывода информации на экран, что обеспечивает совместимость с большинством дисплеев и облегчает внедрение решения в уже существующие инфраструктуры.

Особенностью системы будет возможность задания сигнала как функцией, так и набором точек. Это открывает дополнительные возможности для гибкой настройки сигнала в зависимости от конкретных условий и требований. В первом случае пользователь может задавать сигнал в виде математической функции, что позволяет автоматически генерировать и визуализировать сложные графики [3]. Во втором случае, использование набора точек позволяет более точно задавать сигнал, что особенно полезно для ситуаций, где необходимо отобразить дискретные данные или специфические формы сигналов.

Еще одним важным аспектом является возможность программирования системы, что дает значительную гибкость и позволяет подстраивать архитектуру под конкретные задачи. В отличие от фиксированных решений, данная система будет предоставлять пользователю инструменты для адаптации конфигурации под специфические требования. Программируемая структура позволяет менять параметры системы, добавлять или исключать функции, интегрировать дополнительные модули. Это может быть особенно полезно в областях, где требования изменяются или необходимо учесть специфические особенности работы с сигналами.

При этом важно подчеркнуть, что разработка ориентирована на решение частной задачи, а не на создание универсального графического ядра. Система не будет нацелена на обработку большого объема графической информации, как это

происходит в случае с полноценными графическими процессорами или видеокартами. В данном случае акцент делается на обработку и отображение именно сигналов, что значительно упрощает архитектуру системы.

Предлагаемая система представляет собой решение для обработки и отображения сигналов в реальном времени, где важнейшими характеристиками являются возможности гибкой настройки и адаптации под конкретные задачи.

Библиографический список

1. Орлов С. А. Организация ЭВМ и систем: учебник для вузов. 4-е изд. СПб.: Питер, 2024. 688 с.
2. Тарасов, И. Е. Применение стандартных интерфейсов персональных компьютеров для интеграции вычислительных устройств в программно-аппаратных комплексах / И. Е. Тарасов, Д. В. Люлява, Н. А. Дуксин, И. И. Дуксина // ИТ-Стандарт. – 2025. – № 1(42). – С. 77-81. – EDN ZZJZCO.
3. Махов, Я. А. Применение алгоритма CORDIC для плавного управления внешней нагрузкой / Я. А. Махов, И. И. Дуксина, Д. В. Люлява // Новые информационные технологии в научных исследованиях : Материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 27–29 ноября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, 2024. – С. 93-94.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КИБЕРОБМАНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Д.А. Вислобоков, И.С. Шишкин

Научный руководитель – Алексеев В.В., д.т.н., профессор

Тамбовский государственный технический университет

Современные промышленные предприятия становятся одной из основных целей киберпреступников. По данным компании Dragos за 2024 год, производственный сектор остаётся наиболее подверженным атакам: зафиксировано 424 инцидента, что составляет около 70 % всей активности вымогательского ПО, направленной против промышленности [1]. Такая статистика отражает уязвимость производственных и критических инфраструктур, где цифровизация технологических процессов опережает развитие средств защиты.

В условиях интеграции информационных и операционных технологий (ИТ и ОТ) классические методы защиты оказываются недостаточными. Злоумышленники всё чаще используют сложные многоэтапные атаки, направленные на нарушение технологических процессов, хищение данных и выведение из строя производственных систем. При этом последствия подобных атак выходят за рамки киберпространства, приводя к реальным экономическим потерям и сбоям в производстве.

Актуальность исследования определяется необходимостью разработки и внедрения новых подходов к обеспечению промышленной безопасности. Одним из перспективных направлений является применение технологии киберобмана (deception technology), которая работает на основе размещения ложных целей (honeypot) наряду с реальными ресурсами и позволяет выявлять злоумышленников на ранних этапах вторжения, снижать количество ложных срабатываний и повышать эффективность систем мониторинга.

Conpot — один из первых и наиболее известных honeypot-проектов, ориентированных на имитацию промышленных систем управления (ICS/SCADA) [2]. Он поддерживает эмуляцию популярных протоколов, включая Modbus/TCP, S7comm, SNMP и HTTP, что позволяет создавать реалистичные виртуальные устройства, внешне неотличимые от настоящих контроллеров. Conpot характеризуется модульной архитектурой, наличием готовых шаблонов конфигурации и возможностью расширения под конкретные сценарии. Однако его архитектура несколько устарела, что затрудняет интеграцию с современными SIEM-системами и автоматизированными средствами реагирования.

Virtuepot представляет собой более современную реализацию honeypot-системы для промышленных протоколов и IoT-устройств [3]. Он написан на Python и ориентирован на развёртывание в контейнерах Docker, что упрощает эксплуатацию и масштабирование. Virtuepot поддерживает Modbus/TCP, S7comm, BACnet, HTTP и SNMP, а также ведёт журнал событий в формате JSON, что облегчает интеграцию с SIEM и системами анализа инцидентов.

ICSspot (Industrial Control Systems Honeypot) — проект, ориентированный на гибкую симуляцию промышленных сетей и взаимодействие с внешними компонентами мониторинга [4]. Он сочетает элементы классического honeypot-подхода и технологии виртуализации, обеспечивая возможность создания целых подсетей ложных целей. ICSspot может взаимодействовать с SIEM-системами и средствами корреляции событий, что делает его пригодным для интеграции в корпоративные архитектуры безопасности.

Проведённый анализ показал, что современные honeypot-системы, ориентированные на промышленный сектор, находятся на этапе активного развития. Инструменты, такие как Conpot, Virtuepot и ICSspot, демонстрируют различные подходы к построению инфраструктуры ложных целей: от простых эмуляторов контроллеров до гибких систем, способных интегрироваться с SIEM-платформами и имитировать сложные промышленные сети.

Наиболее перспективным направлением представляется использование контейнеризированных решений (например, Virtuepot), обеспечивающих масштабируемость, простоту развёртывания и совместимость с современными системами анализа инцидентов. В то же время классические решения, такие как Conpot, сохраняют исследовательскую ценность для изучения поведения атакующих и тестирования протоколов ICS.

Таким образом, применение технологии киберобмана для защиты промышленных предприятий является не только теоретически обоснованным, но и практически реализуемым. Более того, аналогичные подходы уже адаптированы для защиты, например, информационных систем медицинских организаций, поскольку и промышленные, и медицинские системы используют стандартизированные сетевые протоколы [5]. Это позволяет создавать реалистичные ложные цели, способные выявлять несанкционированную активность на ранних этапах и снижать риск успешных атак.

Библиографический список

1. Dragos Industrial Ransomware Analysis Q4 2024 // Dragos. – 2024. – Режим доступа: <https://www.dragos.com/blog/dragos-industrial-ransomware-analysis-q4-2024> (дата обращения: 28.10.2025).
2. Conpot // Mushorg. – Режим доступа: <https://github.com/mushorg/conpot> (дата обращения: 29.10.2025).

3. Virtuepot // 0xnkc. – Режим доступа: <https://github.com/0xnkc/virtuepot> (дата обращения: 29.10.2025).

4. ICSpot // ftrole. – Режим доступа: <https://github.com/ftrole/ICSpot> (дата обращения: 30.10.2025).

5. Алексеев В. В., Вислобоков Д. А., Шишкин И. С. Особенности реализации технологии киберобмана для обеспечения безопасности корпоративных сетей медицинских организаций // Нанобиотехнологии. Тепло- и электроэнергетика. Математическое моделирование (НаБиТЭМ-2025): сб. статей III междунар. науч.-практ. конф., 27–28 февр. 2025 г., г. Липецк / Мин-во науки и высш. обр. РФ, ФГБОУ ВО «Липецкий гос. техн. ун-т». – Липецк: ЛГТУ, 2025. – С. 29–32.

МЕТОДЫ ИНТЕГРАЦИИ В ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Г.А. Габриелян

Научный руководитель – Андрианова Е.Г., к.т.н., доцент

МИРЭА – Российский технологический университет

В докладе рассматривается концепция единой информационной среды производственного предприятия. В качестве одной из ключевых проблем производственного предприятия можно назвать наличие информационных разрывов между системами, работа в которых происходит на разных этапах жизненного цикла изделия. Это приводит к критическим ошибкам в планировании производства и снабжения, дублированию данных и, как следствие, к росту себестоимости продукции и увеличению времени ее вывода на рынок. Для преодоления этой проблемы нужно не просто обеспечить интеграцию интерфейсов систем, а построить единую информационную среду предприятия.

Целью формирования единой информационной среды предприятия (совокупности данных из PDM, PLM, ERP-системы) является создание сквозного и согласованного информационного пространства, который бы позволял обеспечить наличие актуальной и достоверной информации для принятия управленческих решений на всех этапах жизненного цикла изделия.

При этом в качестве основополагающих принципов при построении единой информационной среды предприятия можно выделить несколько:

- принцип единообразия данных: когда каждый элемент (изделие, деталь, спецификация) имеет один авторитетный источник в системе. Это достигается за счет сквозной идентификации сущностей и регламентированных процессов изменения, что исключает противоречия между системами. Когда изменение вносится в источник, оно автоматически переносится во все требующие или зависящие от этих данных процессы и системы;

- принцип сквозного информационного потока: когда между всеми этапами жизненного цикла изделия обеспечивается непрерывная и последовательная связь. Реализуется через оркестрацию бизнес-процессов, когда событие в одной системе автоматически инициирует процессы в других.;

- принцип согласованности моделей: данные в разных системах (PDM, PLM, MES, ERP) должны быть семантически согласованы. Технической основой для этого служат единые корпоративные справочники и онтологии, описывающие смысл и связи между данными.;

– принцип модульности и масштабируемости: единая информационная система предприятия должна подключать новые системы и функциональные модули без перестройки основной существующей инфраструктуры.

Концепция единой информационной среды производственного предприятия является не просто набором разрозненных, но подключенных друг к другу систем, а представляет собой архитектуру, построенную на принципах единообразия данных и поддержки сквозных информационных потоков. Единая информационная среда предприятия позволяет обеспечивать согласованность и синхронизацию между всеми используемыми на предприятии системами на всех этапах жизненного цикла изделия, за счет чего возможно получение таких преимуществ, как сокращение сроков вывода продукции на рынок, снижение затрат, повышение гибкости производства.

Существуют различные подходы к интеграции, в которые входят такие факторы, как технологические возможности используемых систем, организационная структура предприятия, архитектурные особенности информационной инфраструктуры. В качестве методов интеграции можно выделить следующие:

– ручной обмен файлами и репликация данных: примитивный подход, который сочетает в себе такие недостатки, как высокая трудоемкость, риск ошибок вследствие человеческого фактора, высокая задержка при внесении изменений;

– прямая интеграция «точка-точка», которая обеспечивает взаимодействие между двумя системами за счет их связи через API или через базы данных. Такой подход создает большое количество связей между разными элементами единой системы, которые сложны в поддержке и в модификации, а добавление новых элементов значительно повышает сложность инфраструктуры;

– интеграция через брокер сообщений, при котором создается промежуточный слой, ответственный за асинхронную маршрутизацию данных между элементами информационной среды предприятия. При таком подходе повышается надежность и ослабляется связанность систем друг с другом, но часто ориентирован на обеспечение корректного и своевременного обмена данными, а не на оркестрации бизнес-процессов;

– интеграция на основе сервис-ориентированной архитектуры является наиболее зрелым подходом, при котором функциональность систем представляется в виде слабосвязанных друг с другом веб-сервисов, где интеграционный слой обеспечивает трансформацию протоколов, маршрутизацию информационных потоков и управление потоками данных. Именно этот подход к интеграции разрозненных информационных систем ложится в основу современных концепций единой информационной среды.

В результате проведенного исследования подходов к интеграции между PDM/PLM и ERP-системами можно сказать, что невозможно построение единой информационной среды предприятия на основе ручного обмена файлами или прямой интеграции «точка-точка», так как они создают неуправляемую сложность и технологическую хрупкость системы. Интеграция через брокер сообщений решает проблему надежности обмена, но не обеспечивает оркестрации сквозных бизнес-процессов. Таким образом, для построения целостной ЕИС подход на основе сервис-ориентированной архитектуры является методологически верным, так как позволяет управлять не данными, а бизнес-логикой взаимодействия систем.

Библиографический список

1. Габриелян Г. А. Подходы к построению интегрированной информационной среды производственного предприятия // Новые информационные технологии в

научных исследованиях: материалы XXIX Всерос. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань, 2024. – С. 218-220.

АНАЛИЗ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАМЕНИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

М.А. Горелов

Научный руководитель - Бруттан Ю.В., к.т.н., доцент

Псковский государственный университет

Газопламенное напыление (ГПН) — один из методов газотермического нанесения покрытий, при котором порошковый материал расплавляется в пламени горелки и переносится на поверхность изделия. В работе реализована автоматизированная система анализа изображений пламени для количественной оценки его цветовых характеристик и исследования их зависимостей от параметров режима напыления (давление пропана и воздуха, расстояние сопло–поверхность, тип порошка). Параллельно анализировалось влияние этих параметров на свойства покрытий (прирост массы и шероховатость, износ, коэффициент трения, дисперсия и максимальная температура при напылении). Такой подход позволил установить, как изменения режима отражаются на характеристиках факела и на качестве напыляемой поверхности, и оценить применимость цветового анализа для мониторинга процесса ГПН

Установлены устойчивые зависимости между параметрами режима газопламенного напыления и измеряемыми свойствами поверхностей. Наиболее выраженные статистические зависимости заключаются в следующем:

- расстояние сопло–поверхность: увеличение дистанции приводит к снижению прироста массы покрытия (отрицательная зависимость);
- давление пропана: его рост сопровождается уменьшением дисперсии при трении (отрицательная зависимость), а также увеличением износа и коэффициента трения (положительные зависимости);
- давление воздуха: увеличение расхода воздуха уменьшает износ покрытия (отрицательная зависимость).

Влияние типа порошкового материала на свойства покрытия оказалось менее выраженным, однако он существенно влияет на цветовую структуру пламени.

Цветовые характеристики пламени оказались информативны для контроля процесса. 20-кластерная цветовая палитра позволила детально описать факел по оттенкам. Проведённый однофакторный анализ (ANOVA) показал, что доли отдельных цветовых признаков факела систематически изменяются при варьировании параметров процесса газопламенного напыления. Установлена выраженная связь с давлением газов: изменение подачи воздуха и пропана приводит к статистически значимому перераспределению цветовых зон пламени. Кроме того, дисперсионный анализ подтвердил, что цветовая структура факела существенно отличается для различных порошковых материалов. Таким образом, цветовые характеристики пламени объективно отражают режимы напыления и тип используемого материала, что делает их пригодными для автоматизированного контроля процесса напыления.

Полученные зависимости позволяют обоснованно корректировать параметры напыления для достижения требуемого качества покрытия. Цветовые признаки пламени могут применяться для автоматизированного мониторинга процесса и раннего выявления отклонений.

Работа выполнена в рамках реализации программы развития Псковского государственного университета программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030".

МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО И СТРУКТУРНОГО РЕШЕНИЯ МАССОВО-ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СТРУКТУРНО-ПОДОБНЫХ АЛГОРИТМОВ

Н.А. Дуксин

Научный руководитель – Тарасов И.Е., д.т.н., доцент
МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассматривается ряд вопросов, возникающих при проектировании аппаратной части массово-параллельных вычислительных [1] систем на основе программируемых вычислителей.

Современные задачи обработки больших потоков данных требуют высокой производительности и масштабируемости вычислительных систем. Одним из перспективных подходов является использование массово-параллельных архитектур, позволяющих реализовать одновременную обработку множества независимых потоков. В отличие от традиционных процессоров общего назначения и графических ускорителей, такие системы ориентированы на аппаратную реализацию специализированных вычислителей, способных гибко адаптироваться под особенности алгоритмов и структуры данных.

Архитектуры массово-параллельных систем могут соответствовать различным моделям по классификации Флинна, включая MISD и MIMD [2]. Эти классы особенно интересны для потоковой обработки, когда к одному или множеству входных потоков данных применяются различные алгоритмы. В отличие от GPU, где достигается высокий уровень параллелизма за счёт множества однотипных потоков, в таких системах отсутствует ограничение, связанное с так называемым "GPU thread condition", снижающим производительность при ветвлении или неоднородной нагрузке. Это позволяет реализовывать более гибкие и устойчивые решения для обработки разнородных данных.

Использование программируемых вычислителей [3], в частности при реализации на ПЛИС, обеспечивает возможность построения адаптивных архитектур, в которых конфигурация вычислительных блоков может изменяться под конкретные задачи. При этом система базируется на возможности изменения алгоритма, применяемого к данным, с использованием механизма перезагрузки памяти, при этом встают схемотехнические вопросы о типе и расположении используемой памяти, а также схемой маршрутизации данных между вычислителями.

На уровне RTL-проектирования описание архитектуры обычно не связано напрямую с конкретными ресурсами, например в контексте ПЛИС, однако при имплементации неизбежно возникает необходимость учитывать физические особенности размещения, структуру памяти и межсоединения. Эти факторы оказывают существенное влияние на итоговую производительность и эффективность использования ресурсов.

В работе рассматривается метод организации маршрута проектирования массово-параллельных систем на программируемых вычислителях, учитывающий особенности памяти, топологию соединений и характер потоков данных. Такой подход позволяет повысить эффективность имплементации за счёт оптимизации размещения

вычислителей, снижения задержек передачи данных и улучшения согласованности между архитектурным и физическим уровнями описания.

Дополнительно отмечается необходимость учёта топологических ограничений, связанных с размерами и положением кластеров вычислителей на кристалле ПЛИС. Пространственная структура размещения модулей оказывает прямое влияние на латентность межсоединений и распределение нагрузки по ресурсам. Для минимизации рисков на этапе физического проектирования предлагается использовать предварительную оценку возможности размещения с анализом плотности логических элементов, распределения памяти и пропускной способности каналов связи. Такой подход позволяет на ранних этапах определить архитектурные узкие места и повысить вероятность успешной имплементации сложных массово-параллельных систем.

Библиографический список

1. Дуксин, Н. А. Проектирование вычислительных кластеров программируемой логики / Н. А. Дуксин // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. – № 92. – С. 92-99. – DOI 10.21667/1995-4565-2025-92-92-99. – EDN MEUDYC.
2. Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем: учебник для вузов. 4-е изд. СПб.: Питер, 2024. 688 с.
3. Патент на полезную модель № 231681 U1 Российская Федерация, МПК G06F 7/02, G06F 16/90. Устройство для сравнения строк с заданным шаблоном: заявл. 28.11.2024: опубл. 05.02.2025 / И. Е. Тарасов, П. Н. Советов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "МИРЭА - Российский технологический университет". – EDN CUCUPT.

ПРОЕКТИРОВАНИЯ IP-ЯДРА АРХИТЕКТУРНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ ФУНКЦИЙ НА БАЗЕ АЛГОРИТМА CORDIC

Н.А. Дуксин, Д.В. Люлява

Научный руководитель – Тарасов И.Е., д.т.н., доцент
МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассматриваются вопросы, связанные с аппаратной реализацией вычисления трансцендентных функций на базе алгоритма CORDIC, а также описывается модификация данного алгоритма, применение которой позволяет повысить точность проводимых вычислений.

Трансцендентные функции находят своё применение при решении различных задач в инженерных и научных областях — от цифровой обработки сигналов и систем связи до криптографических методов, управления техническими объектами и метрологических задач. В современных условиях особое значение приобретают исследования, направленные на повышение эффективности аппаратных средств вычислений. Это связано с необходимостью обеспечения высокой скорости обработки данных при ограниченных аппаратных ресурсах и сохранении требуемой точности вычислений.

Одним из наиболее эффективных подходов к аппаратной реализации трансцендентных функций является использование алгоритма CORDIC (Coordinate Rotation Digital Computer) [1]. Принцип работы алгоритма основан на итерационном приближении к целевому значению путём последовательного вращения вектора на

заранее определённые углы. Итерации алгоритма могут быть представлены в виде последовательных стадий конвейерного вычислителя [2], для каждой из которых задаётся величина угла поворота.

Большинство доступных на сегодняшний день аппаратных реализаций вычислителей на базе алгоритма CORDIC, распространяемых в виде IP-ядер (Intellectual Property Core), вычисления производятся с использованием всех имеющихся стадий, без возможности контроля числа итераций поворота вектора. При определённых условиях, когда значение функции может быть получено на одной из промежуточных стадий вычислений, дальнейшие итерации поворота вектора будут приводить к снижению точности итогового результата. Так, например, IP-ядро "CORDIC 6.0", поставляемое вендором AMD в составе САПР Vivado, вследствие описанной проблемы не может выдать значение нуля для функции синуса при нулевой фазе угла.

Помимо этого, в существующих решениях при расчёте значений трансцендентных функций, как правило, для упрощения реализации вычислительной логики на каждой итерации может использоваться одно и то же значение коэффициента деформации, или, как в случае упомянутого ранее IP-ядра "CORDIC 6.0", коэффициент деформации не учитывается при формировании итогового значения.

В настоящем докладе предлагается аппаратная реализация вычислителя на базе алгоритма CORDIC с использованием модификации, заключающейся в остановке поворота вектора в случае достижения ситуации равенства нулю разницы между текущим углом и запрашиваемым, а также в использовании таблицы произведений коэффициентов деформации, учитывающих различия при разном числе итераций поворотов. В совокупности с методом повышения эффективности технической реализации специализированных вычислителей с конвейерной архитектурой [3] достигается сохранение исходной тактовой частоты работы вычислителя при увеличении точности вычислений.

Библиографический список

1. А. В. Захаров. Алгоритмы CORDIC. Современное состояние и перспективы [Текст] / А. В. Захаров, В. М. Хачумов // Труды международной конференции "Программные системы: теория и приложения". - Т. 1 (г. Переславль-Залесский, 2004) - Физматлит, М. - с. 353-370.
2. Тарасов И.Е. Проектирование конвейерного вычислительного узла в составе специализированной СБИС [Текст] / И.Е. Тарасов, Д.В. Люлява, Н.А. Дуксин // ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА. - 2023. - Том 7. - № 1. - С. 25-30.
3. Люлява, Д.В. Применение методики оптимизации физического представления специализированного вычислителя с конвейерной архитектурой / Д. В. Люлява // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. - 2025. - № 92. - С. 77-91. - DOI 10.21667/1995-4565-2025-92-77-91. - EDN ONGPGY.

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КЛАСТЕРОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ЛОГИКИ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

И.И. Дуксина

Научный руководитель – Тарасов И.Е., д.т.н., доцент

МИРЭА - Российский технологический университет

Кластерные вычислительные системы на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) представляют собой перспективное направление в области высокопроизводительных и адаптивных вычислений. Под такой системой понимается объединение однородных вычислительных кластеров, каждый из которых содержит множество узлов с реализованной вычислительной логикой. Для эффективной координации работы подобных систем требуется специализированная управляющая подсистема, способная обеспечить гибкость, масштабируемость и надёжность функционирования. [1]

Концепция управляющей системы строится на принципе централизованного контроля распределённых вычислительных ресурсов. Управляющее ядро выступает координатором, который осуществляет взаимодействие между внешним программным обеспечением и аппаратными кластерами. [2] Набор функций управляющей системы определяется спецификой решаемых задач, характеристиками входных и выходных потоков данных.

Ключевыми направлениями работы управляющей системы являются конфигурирование вычислительных ресурсов, мониторинг состояния кластеров и обеспечение непрерывности вычислений. Конфигурирование может включать динамическое изменение функциональности отдельных узлов или целых кластеров в зависимости от текущих требований. Мониторинг предполагает сбор информации о загрузке ресурсов, состоянии буферов данных и готовности к выполнению операций. Обеспечение непрерывности достигается через механизмы резервирования и автоматического переключения между основными и резервными кластерами при возникновении отказов.

Архитектурно управляющая система должна поддерживать специализированный набор команд, ориентированный на операции управления вычислительными кластерами. Это включает команды конфигурирования, управления потоками данных, мониторинга и синхронизации. Важным аспектом является организация эффективного обмена данными между управляющим ядром и кластерами через системы буферизации и коммуникационные интерфейсы.

Одной из принципиальных возможностей является поддержка динамической реконфигурации вычислительных узлов без остановки работы системы в целом. Это достигается благодаря механизмам частичной реконфигурации ПЛИС, позволяющим изменять функциональность отдельных областей кристалла в процессе выполнения вычислений. Протокол реконфигурации предусматривает координацию между управляющим ядром и аппаратными компонентами для обеспечения согласованности состояния системы.

Для интеграции в более широкие вычислительные комплексы управляющая система должна предоставлять стандартизированные интерфейсы взаимодействия с внешним программным обеспечением. Это включает как аппаратные интерфейсы связи, так и программные средства доступа к функциям управления. Средства диагностики и визуализации состояния системы упрощают процессы разработки, отладки и эксплуатации. [3]

Предложенная концепция организации управляющей системы обеспечивает гибкость в адаптации к различным классам задач, масштабируемость при увеличении числа кластеров и надёжность за счёт встроенных механизмов резервирования. Дальнейшее развитие подхода предполагает исследование интеллектуальных алгоритмов управления ресурсами и автоматизацию процессов оптимизации конфигурации системы в зависимости от характеристик рабочей нагрузки.

Библиографический список

1. Tarasov, Ilya & Potekhin, D. & Platonova, O. (2022). Prospects for using soft processors in systems-on-a-chip based on field-programmable gate arrays. Russian Technological Journal. 10. 24-33. 10.32362/2500-316X-2022-10-3-24-33.
2. Martínez, J., & Li, P. (2020). Scalable Management Architectures for FPGA Clusters in High-Performance Computing Environments. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 31(12), 2740–2753. <https://doi.org/10.1109/TPDS.2020.3001312>
3. Stepchenkova, Y.A. Hardware Implementation of the Digital Signal Processing Algorithms on Hybrid Recurrent Signal Processor [Text] / Y.A. Stepchenkova, A.S. Stepchenko // Russian Microelectronics. – 2023. – Vol. 52. – No. 7. – P. 641-649.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА МОСТОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

И.И. Дуксина, В.А. Круглов

Научный руководитель – Дуксин Н.А., старший преподаватель

МИРЭА - Российский технологический университет

Анализ сигналов колебательных систем имеет широкое применение в измерительной технике, акустике, радиотехнике, вибродиагностике и системах автоматического управления. Одним из наглядных методов исследования взаимосвязей между гармоническими колебаниями является использование фигур Лиссажу [1], позволяющих визуально оценивать соотношение частот, фазовый сдвиг и амплитудные параметры сигналов. Применение фигур Лиссажу актуально при разработке устройств синхронизации, анализаторов спектра и систем цифрового осциллографирования.

Фигуры Лиссажу описываются параметрическими уравнениями:

$$x(t) = A_x \sin(\omega_x t + \varphi_x), y(t) = A_y \sin(\omega_y t + \varphi_y)$$

где A_x, A_y — амплитуды колебаний, ω_x, ω_y — угловые частоты, φ_x, φ_y — начальные фазы. Форма фигуры определяется отношением частот ω_x / ω_y и фазовой разностью $\Delta\varphi = \varphi_x - \varphi_y$. При рациональном отношении частот фигура замкнута и имеет характерный вид, зависящий от порядка гармоник. Данное представление позволяет описывать наблюдаемые траектории и проводить вычислительный анализ параметров исходных сигналов.

Для определения параметров исходной фигуры Лиссажу может использоваться принцип мостовых измерений [2], заключающийся в формировании эталонных (модельных) фигур с различными параметрами и их сопоставлении с исходным изображением. При нахождении модельной фигуры, наиболее близкой по форме и ориентации с исходной фигурой, можно сделать вывод о том, что исходная фигура имеет параметры частотного отношения и фазового сдвига, сопоставимые с найденной моделью. Такой подход обеспечивает высокую точность измерений за счёт

компенсации систематических погрешностей и возможности цифровой реализации алгоритма сравнения.

В работе представлено устройство для определения параметров колебательной системы, основанное на принципе мостовых измерений. Устройство содержит набор вычислительных кластеров программируемой логики [3]. На вход поступает результат измерения реальной системы по отсчетам времени. Устройство организует проверку поступающих результатов измерения на ближайшее соответствие одному из возможных вариантов модельных фигур. На выход устройства поступают параметры ближайшей фигуры.

Библиографический список

1. Попова, М. С. Метод Лиссажу / М. С. Попова, А. О. Петров, С. В. Кохан // Современные средства связи. – 2023. – Т. 1, № 1. – С. 118-120. – EDN WWJJET.
2. Tarasov, I. E. A mathematical method for determining the parameters of functional dependencies using multiscale probability distribution functions / I. E. Tarasov // Mathematics. – 2021. – Vol. 9, No. 9. – DOI 10.3390/math9101085. – EDN SKLLTR.
3. Дуксин, Н. А. Проектирование вычислительных кластеров программируемой логики / Н. А. Дуксин // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. – № 92. – С. 92-99. – DOI 10.21667/1995-4565-2025-92-92-99. – EDN MEUDYC.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ СИГНАЛОВ ПО ЗАДАНЫМ ПАРАМЕТРАМ

И.И. Дуксина, К.А. Ханашевич

Научный руководитель – Дуксин Н.А., старший преподаватель кафедры ВТ
МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассматриваются вопросы формирования синусоидальных и косинусоидальных сигналов с заранее заданными параметрами, такими как амплитуда, частота и фаза, а также их применения в области цифровой обработки сигналов и компьютерной графики. Основное внимание уделяется методам, обеспечивающим высокую точность вычислений при минимальных вычислительных затратах, а также возможности программируемого управления процессом формирования сигналов с использованием специализированных процессоров. Одним из наиболее эффективных и широко применяемых методов является алгоритм CORDIC [1] (COordinate Rotation DIgital Computer), который позволяет последовательно вычислять значения синуса, косинуса и других тригонометрических функций с высокой степенью точности.

Алгоритм CORDIC является итерационным методом, основанным на последовательном применении элементарных операций сдвига и сложения. Каждая итерация алгоритма соответствует конкретному шагу процессора, что обеспечивает формирование требуемой последовательности значений без необходимости выполнения сложных арифметических операций с плавающей запятой. Такая структура вычислений позволяет существенно снижать аппаратные и временные затраты при реализации тригонометрических функций в цифровых системах. Программируемая организация [2] шагов алгоритма предоставляет возможность гибкого управления параметрами сигнала, включая угол поворота, амплитуду и фазу,

что обеспечивает автоматизированное и последовательное получение результатов с высокой точностью.

Использование специализированных команд процессора обеспечивает возможность задания движения поворота и контроля значений параметров сигнала на каждом этапе вычислений. Каждая итерация алгоритма CORDIC уточняет вычисленные значения, минимизируя ошибки округления и обеспечивая стабильность результатов. В результате формируется последовательность точных значений синусоидальных и косинусоидальных сигналов, которая может быть использована для построения графических объектов, моделирования физических процессов и реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов, где критически важна высокая точность вычислений.

Следует отметить, что интеграция алгоритма CORDIC с функциональными возможностями специализированных процессоров позволяет реализовывать сложные вычислительные задачи в реальном времени.

Таким образом, рассмотренные методы формирования синусоидальных и косинусоидальных сигналов на основе алгоритма CORDIC и специализированных процессоров обеспечивают эффективное, программируемое и высокоточное решение задач цифровой обработки сигналов. Применение данного подхода способствует развитию современных вычислительных технологий, обеспечивая возможность реализации сложных графических визуализаций, моделирования физических процессов и высокоточной обработки сигналов в реальном времени. Потенциально возможно использование в массово-параллельных системах [3].

Библиографический список

1. Тарасов, И. Е. Специализированная вычислительная система для определения параметров периодических радиосигналов на основе вейвлет-анализа / И. Е. Тарасов // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2025. – Т. 30, № 1. – С. 46-54. – DOI 10.18127/j5604128-202501-05. – EDN FPPRPY.
2. Тарасов, И. Практика применения синтезируемых процессоров в проектах на базе ПЛИС / И. Тарасов // Электронные компоненты. – 2025. – № 8. – С. 58-61. – EDN BBZSPG.
3. Дуксин, Н. А. Проектирование вычислительных кластеров программируемой логики / Н. А. Дуксин // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. – № 92. – С. 92-99. – DOI 10.21667/1995-4565-2025-92-92-99. – EDN MEUDYC.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

М.Д. Евдокимов

Научный руководитель – Куприянова М.В., д.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по моделированию производственных систем:

Интеграция математических и симуляционных моделей с реальными производственными процессами, требующая точной синхронизации виртуальной и физической сред.

Обеспечение достаточного объема и качества данных для обучения, валидации и параметризации моделей в условиях ограниченного доступа к историческим метрикам.

Вычислительные ограничения при симуляции больших и сложных систем, вынуждающие искать компромисс между точностью и скоростью расчётов.

Адаптация моделей к динамическим изменениям условий производства, таким как колебания спроса, сбои в поставках и внедрение новых технологий.

Валидация и верификация моделей для повышения достоверности прогнозов и минимизации рисков при принятии решений на основе симуляций.

Масштабируемость симуляций и организация распределённых вычислений с использованием облачных платформ и современных HPC-решений.

Обеспечение интероперабельности и соблюдение открытых стандартов при интеграции различных инструментов моделирования и систем управления производством.

Учет экологических и устойчивых аспектов, включая оптимизацию энергопотребления, снижение отходов и влияние на экологию.

Обеспечение кибербезопасности и защиты конфиденциальности данных при создании цифровых двойников и работе с IoT-устройствами.

ПРОГРАММНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗДАНИЯ ПРИКАЗОВ О ДИСЦИПЛИНАРНЫХ ВЗЫСКАНИЯХ

Д.С. Журавлев, А.Д. Забегайлов

Научный руководитель – Полторак А.В., к.т.н., доцент

МИРЭА – Российский технологический университет

В докладе рассматривается проблема повышения эффективности внутреннего документооборота предприятия на примере АО «РУСБУРМАШ». Существующий процесс оформления дисциплинарных взысканий включает подготовку служебных и объяснительных записок, согласование с юридическим отделом и руководством, подписание приказа генеральным директором и последующее архивирование. Выполнение этих процедур вручную занимает значительное время и повышает риск ошибок при оформлении документов.

Целью разработки является создание и внедрение программного решения, обеспечивающего автоматизацию этапов формирования, согласования, подписания и хранения приказов о дисциплинарных взысканиях. Основными задачами являются анализ действующих бизнес-процессов, проектирование архитектуры системы, разработка модулей обработки документов, генерации приказов и интеграции с корпоративными системами SAP и OpenText Documentum. В архитектуре решения реализованы следующие модули:

- модуль анализа данных – выполняет OCR-распознавание служебных и объяснительных записок с использованием библиотеки `pytesseract`;
- модуль согласования – управляет маршрутом документа между HR-специалистом, юристом и генеральным директором;
- модуль формирования приказа – автоматически создаёт документ по шаблону DOCX с подстановкой данных из SAP;
- модуль подписания – реализует электронную цифровую подпись (ЭЦП) с использованием RSA-криптографии и хэширования SHA-256;
- модуль хранения – архивирует готовые документы в системе Documentum.

Тестирование показало, что автоматизированный цикл — от загрузки сканов до архивации приказа — выполняется корректно и сокращает время обработки одной процедуры с 50 минут до 5 минут. Внедрение системы позволяет снизить нагрузку на кадровую службу, исключить дублирование информации, обеспечить прозрачность и юридическую значимость документооборота. Экономический расчёт подтвердил эффективность проекта: совокупные затраты составили ≈ 831 тыс. руб., однако за счёт экономии рабочего времени сотрудников возврат инвестиций ожидается менее чем за год.

Таким образом, созданное программное решение демонстрирует практическую реализуемость цифровизации кадровых процессов в условиях ограниченного доступа к зарубежным продуктам и может быть масштабировано для автоматизации других видов распорядительных документов.

Библиографический список

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015. Информационные технологии. Модели качества систем и программных продуктов.
3. OpenText Documentum — официальная документация [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.opentext.com/products/documentum>
4. SAP SE — официальный сайт [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.sap.com/>
5. Python Software Foundation. Python 3.10 Documentation [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.python.org/3.10/>

ПОСТРОЕНИЕ НАБОРА ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

С.А. Любomский

Научный руководитель — Карачанская Е.В., д.ф.-м.н., профессор

Дальневосточный государственный университет путей сообщения

Доклад посвящен актуальной теме мониторинга и прогнозирования состояния сетей передачи данных. В контексте телекоммуникационных технологий, сети передачи данных представляют собой сложные распределенные системы, включающие узлы (nodes), связи (links) и протоколы обмена информацией, как определено в стандартах ITU-T (например, ITU-T Rec. G.805 для функциональной архитектуры сетей) и IEEE (например, IEEE 802.3 для Ethernet). Состояние сети, как системы определяется совокупностью характеристик производительности, надежности и доступности, в то время как состояние отдельных устройств (коммутаторов, маршрутизаторов, серверов) отражают их локальные параметры. В научной работе используется классификация состояний на основе анализа современных подходов к мониторингу и моделированию сетей.

Определение текущего состояния устройства является конечной целью анализа значений рабочих параметров сетевого устройства, трендах их изменения с учетом статистических данных, корреляции со значениями параметров других систем (например местоположение устройства, состояние климатических и энергопитающих систем).

Источниками информации для построения набора данных, необходимого для обучения систем искусственного интеллекта, в том числе использующих нечеткий

вывод, служат как инфраструктура реальной сети передачи данных уровня предприятия, так и модели сетевых сегментов, созданные с использованием широкого класса программных средств. В число данных вспомогательных систем входят как программные эмуляторы телекоммуникационного оборудования (Cisco Packet Tracer, EVE-NG, GNS3) так и симуляторы работы устройств данного класса (NS-3).

Анализируя функциональные возможности приведенных выше продуктов, а также существующих систем мониторинга [1] можно констатировать отсутствие единого стандарта для агрегации данных о состоянии сетевых устройств. Существующие системы мониторинга (Zabbix, Prometheus и др.) и моделирования используют разрозненные, несовместимые форматы представления данных (SNMP-счетчики, произвольные метрики, логи). Это препятствует комплексному анализу состояния системы, требующему корреляции данных из множества источников. Также в качестве ограничений использования в системах поддержки принятия решений подобных информационных структур, содержащих в себе «сырые» данные с реальных устройств и систем мониторинга можно выделить следующие: отсутствие семантических связей между параметрами, невозможность прямой интеграции с системами нечеткого вывода, сложности использования в обучении ML-моделей, необходимость «предобработки» данных в силу их разрозненности и нечетко выраженной общей структуры.

Для формирования наборов данных, характеризующих состояния сетевого оборудования, для коммутационных устройств предложен перечень параметров и их производных:

- метаданные: уникальный идентификатор устройства, версия программного обеспечения, метка даты и времени ввода в эксплуатацию
- статичные данные: модель аппаратной платформы, перечень интерфейсов, виртуальных сетей
- динамические данные: общее время работы, загрузка процессора, использование оперативной памяти, данные о температуре, массив объектов, каждый из которых описывает состояние интерфейса согласно множеству параметров, включающих счетчики производительности, счетчики ошибок и их тренды, значения режимов, установленных при автосогласовании.

Таким образом, предложенная модель данных необходима как стандартизированный семантический слой между разнородными источниками данных (реальные устройства/эмуляторы) и системами аналитики (нечеткий вывод, машинное обучение), обеспечивающий возможность работы с гетерогенными сегментами сетевой инфраструктуры, в том числе независимость от изготовителя конкретного оборудования, снижающий трудоемкость «предобработки» данных на входе в систему поддержки принятия решений, и в то же время пригодный для использования аппарата нечеткой логики в части формализации лингвистических параметров [2].

В исследуемой сети передачи данных высшего учебного заведения (ДВГУПС), состоящей из 2485 конечных сетевых узлов и более 110 единиц активного сетевого оборудования сбор информации для формирования набора данных производится с помощью системы мониторинга Zabbix, а также созданного дополнительного программного модуля для выборки и предварительной обработки «сырых» данных, получаемых с устройств.

Данный подход при формировании набора данных позволил снизить нагрузку на сеть за счет исключения дублирующего служебного трафика и предоставил возможность использования управляющего интерфейса системы мониторинга для формирования перечня наблюдаемых устройств.

Библиографический список

1. Карачанская Е.В., Любомский С.А. Анализ российского рынка программных продуктов мониторинга сетей передачи данных: – М.: Автоматизация в промышленности №8, 2024 г. Электронный ресурс режим доступа https://avtprom.ru/system/files/DOI/2024/8/6._karachanskaya_e.v.pdf
2. Катасёв А.С. Нейронечеткая модель формирования нечетких правил для оценки состояния объектов в условиях неопределенности // Компьютерные исследования и моделирование, 2019, т. 11, № 3, с. 477-492.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ПУТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛА В КОНВЕЙЕРНЫХ СХЕМАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДРЕВОВИДНОЙ СТРУКТУРЫ

Д.В. Люлява, А.В. Буланов, А.А. Сачук

Научный руководитель – Дуксин Н.А., старший преподаватель

МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассматриваются вопросы, связанные с построением системы обратных связей в маршруте проектирования вычислительных систем с конвейерной архитектурой.

На этапе проектирования RTL-описания конвейерных структур возможно применение различных подходов, таких как высокоуровневый синтез (HLS), специализированные компиляторы или ручное проектирование. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и ограничения. HLS-подход позволяет автоматизировать процесс перехода от алгоритмического описания к RTL-уровню, что ускоряет проектирование, но часто приводит к неоптимальному распределению ресурсов и неучёту специфики трассировки. Использование специализированных компиляторов обеспечивает более тесную связь между системной моделью и архитектурными ограничениями, однако требует значительной предварительной настройки и описания ограничений. Ручной способ синтеза, несмотря на трудоёмкость, остаётся наиболее гибким и обеспечивает точный контроль над структурой конвейера, что особенно важно при реализации сложных схем с жёсткими временными ограничениями.

В процессе проектирования возникает необходимость согласования логического и топологического представлений вычислителя. На логическом уровне задаются: структура конвейера [1], схема управления и маршруты передачи данных, в то время как топологический уровень определяет физическое размещение функциональных блоков и длину соединений между ними [2]. Неполное соответствие этих представлений приводит к нарушениям временного баланса. Балансировка конвейера требует учёта не только общего числа стадий, но и физических задержек, связанных с размещением и трассировкой сигналов.

Отсутствие механизма обратных связей от топологического уровня к системному приводит к тому, что при моделировании на ранних этапах проектирования не учитываются реальные задержки трассировки. Это особенно критично в условиях высокой плотности размещения, когда влияние физической длины соединений на время распространения сигналов становится сопоставимым с внутренними задержками элементов [3]. Если топология строго фиксирована и известно расположение всех блоков, можно обеспечить детерминированное вычисление временных характеристик. В противном случае задержки представляют собой

случайную величину, зависящую от особенностей маршрутизации, что затрудняет прогнозирование поведения системы и снижает надёжность модели.

Для решения указанных проблем предлагается организация древовидной структуры хранения сведений о задержках на соединительных линиях. Такая структура позволяет иерархически учитывать как локальные, так и глобальные зависимости между элементами схемы. Сведения, накопленные в процессе топологического анализа, могут использоваться на уровне системного моделирования для уточнения временных характеристик и корректировки параметров конвейера. Это обеспечивает возможность итеративного уточнения модели с использованием реальных физических данных, что в конечном итоге повышает точность синтеза, улучшает балансировку конвейера и ускоряет процесс достижения требуемых временных параметров системы.

Библиографический список

1. Дуксин, Н. А. Исследование характеристик конвейеризированных структур / Н. А. Дуксин, Д. В. Люлява // ИТ-Стандарт. – 2024. – № 4(41). – С. 68-82. – EDN AXZBGK.
2. Тарасов И.Е. Проектирование конвейерного вычислительного узла в составе специализированной СБИС [Текст] / И.Е. Тарасов, Д.В. Люлява, Н.А. Дуксин // ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА. - 2023. - Том 7. - № 1. - С. 25-30.
3. Люлява, Д.В. Применение методики оптимизации физического представления специализированного вычислителя с конвейерной архитектурой / Д. В. Люлява // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. – № 92. – С. 77-91. – DOI 10.21667/1995-4565-2025-92-77-91. – EDN ONGPGY.

ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТНЫХ РЕСУРСОВ БЛОКОВ УМНОЖИТЕЛЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ ФУНКЦИЙ

Д.В. Люлява, Н.А. Дуксин,

Научный руководитель – Тарасов И.Е., д.т.н., доцент

МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассматриваются вопросы проектирования вычислителей трансцендентных функций на базе платформ с увеличенным числом ресурсов блоков DSP.

Трансцендентные функции находят своё применение в различных сферах деятельности, в том числе в цифровой обработке сигналов, метрологии, радиолокации, телекоммуникационных системах и т.д. В подобного рода сферах приоритетными критериями выступают точность и скорость вычислений, определяемые в соответствии со спектром рассматриваемых задач. Современные запросы предъявляют высокие требования к техническим возможностям вычислительных систем, что в свою очередь требует разработки подходов к аппаратной реализации специализированных вычислителей трансцендентных функций.

Как правило, в случае аппаратной реализации вычислителя значения трансцендентных функций хранятся на устройстве в виде набора таблиц, к которым осуществляется доступ путём адресации соответствующего значения входным аргументом. Поскольку такой вариант реализации требует использования аппаратных

ресурсов памяти, объём которой может быть сильно ограничен, существует также возможность непосредственного вычисления функций с использованием набора простых с точки зрения реализации арифметических операций, в частности, для вычисления значений синуса и косинуса при помощи итерационного алгоритма CORDIC [1] на каждой стадии вычислений используются только два типа операций: сложение и сдвиг. При таком подходе, с одной стороны, не требуется хранение всех вычисляемых значений трансцендентных функций, с другой стороны, приоритет отдаётся в сторону задействованных логических элементов, на базе которых могут быть реализованы арифметические операции.

При необходимости дальнейшего повышения точности с точки зрения описанных способов вычисления потребуются либо существенное увеличение размеров таблиц для хранения величин углов в случае табличного представления, либо повышение числа итераций вычислений в случае алгоритма CORDIC. Как следствие, вычислительный потенциал целевой платформы остаётся нераскрытым, поскольку в том или ином случае часть аппаратных ресурсов кристалла остаётся незадействованной.

Современные программируемые платформы на базе ПЛИС в силу своей ориентированности на решение задач, связанных с цифровой обработкой сигналов, зачастую содержат в своём компонентном составе множество блоков цифровой обработки сигналов DSP [2] и элементов блочной памяти BRAM [3]. В этом ключевом интерес представляет возможность реализации вычислений трансцендентных функций с применением соответствующих блоков ПЛИС.

В докладе предлагается архитектурное решение для вычисления трансцендентных функций, позволяющее комбинировать использование ресурсов памяти при хранении значений промежуточных величин углов и ресурсов вычислительной логики для получения итогового значения функции.

Библиографический список

1. А. В. Захаров. Алгоритмы CORDIC. Современное состояние и перспективы [Текст] / А. В. Захаров, В. М. Хачумов // Труды международной конференции "Программные системы: теория и приложения". - Т. 1 (г. Переславль-Залесский, 2004) - Физматлит, М. - с. 353-370.
2. UltraScale Architecture DSP Slice User Guide (UG579) // URL: <https://docs.amd.com/v/u/en-US/ug579-ultrascale-dsp> (дата обращения: 13.10.2025).
3. UltraScale Architecture Memory Resources // URL: https://www.amd.com/content/dam/xilinx/support/documents/user_guides/ug573-ultrascale-memory-resources.pdf (дата обращения: 13.10.2025).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СФ-БЛОКА ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ТРЁХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ВСТРАИВАНИЯ В ПРОЕКТ НА RTL-УРОВНЕ

Я.А. Махов

Научный руководитель – Дуксин Н.А., старший преподаватель

МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассматриваются вопросы проектирования специализированного функционального блока (СФ-блока) для отображения трёхмерных объектов [1] с возможностью встраивания в проект на уровне RTL. В процессе разработки аппаратных решений, включая вычислительные ускорители и исследовательские

прототипы, крайне важным становится этап демонстрации работы устройства потенциальным заказчикам, инвесторам и научному сообществу. Это особенно актуально в научных исследованиях, где визуализация результатов имеет важное значение для наглядной демонстрации функциональности и эффективности аппаратных решений. В случае использования персональных компьютеров для визуализации возникает одна из главных проблем — внимание аудитории может быть смещено с аппаратной части на программную, поскольку результат демонстрируется через средства, устанавливаемые на ПК, а не непосредственно через аппаратную подсистему в обход высокоуровневых возможностей.

Такая ситуация может создать ошибочное впечатление, что продемонстрированные возможности принадлежат не разработанному устройству, а вычислительным мощностям компьютера и программному обеспечению. В связи с этим возникает потребность в разработке встроенной подсистемы отображения, которая будет функционировать непосредственно в рамках аппаратного устройства. Она позволит показать результаты работы ускорителя или другого устройства в реальном времени, при этом исключая необходимость внешних программных решений.

Однако создание полноценной графической подсистемы, которая бы эффективно обрабатывала и выводила трёхмерные сцены, требует значительных аппаратных ресурсов, как по площади на кристалле, так и по вычислительным мощностям. В случае с большими решениями, такими как графические процессоры или сложные визуализационные подсистемы, это может оказаться излишним для специфических задач, таких как демонстрация работы аппаратных ускорителей, встраиваемых систем или научных прототипов. Применение готовых решений, например, IP-ядер для графических процессоров, может повлечь за собой значительные накладные расходы, которые не оправданы в контексте проектирования компактных устройств с ограниченными ресурсами.

Вместо этого предлагается разработка компактного специализированного функционального блока (СФ-блока), предназначенного для отображения трёхмерных объектов с минимальными требованиями к ресурсам. Такой блок будет поддерживать базовые трёхмерные примитивы, такие как точки, линии и пр., и выполнять базовые геометрические трансформации — масштабирование, поворот и проекцию. Подсистема визуализации будет спроектирована так, чтобы обеспечивать вывод изображения через стандартный интерфейс VGA, что является удобным решением с точки зрения реализации и подключения, поскольку переходники для VGA широко доступны и не требуют значительных затрат на аппаратную реализацию, как в случае с более сложными интерфейсами, такими как HDMI.

Способность работать автономно, без зависимости от внешних вычислительных устройств, позволяет полностью сосредоточить внимание на аппаратных достижениях [2], а не на возможностях стороннего ПО. Встроенная графическая подсистема также устраняет проблему "перехода через ПК", когда внимание зрителей или потенциальных заказчиков переключается на возможности компьютера. Встроенная система позволяет демонстрировать работу устройства в контексте, где каждый элемент визуализации создаётся непосредственно внутри аппаратного комплекса.

Важной характеристикой этого решения является его лёгкость [3] и параметризация. СФ-блок может быть настроен в зависимости от конкретных требований проекта, например, по числу поддерживаемых примитивов или точности геометрических трансформаций. Это позволяет интегрировать блок в различные проекты без значительных изменений основной архитектуры, а также сокращает занимаемую площадь на кристалле и снижает энергопотребление. Управление блоком

будет осуществляться через минималистичное процессорное ядро, которое выполняет передачу команд для отрисовки объектов, что делает систему ещё более лёгкой и адаптируемой.

Библиографический список

1. Махов, Я. А. Применение алгоритма CORDIC для плавного управления внешней нагрузкой / Я. А. Махов, И. И. Дуксина, Д. В. Люлява // Новые информационные технологии в научных исследованиях : Материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 27–29 ноября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, 2024. – С. 93-94.

2. Тарасов И.Е. Проектирование конвейерного вычислительного узла в составе специализированной СБИС [Текст] / И.Е. Тарасов, Д.В. Люлява, Н.А. Дуксин // ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА. - 2023. - Том 7. - № 1. - С. 25-30.

3. Люлява, Д.В. Применение методики оптимизации физического представления специализированного вычислителя с конвейерной архитектурой / Д. В. Люлява // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. – № 92. – С. 77-91. – DOI 10.21667/1995-4565-2025-92-77-91. – EDN ONGPGY.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕТЕВОГО КОММУНИКАЦИОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

С.В. Морозов, Е.М. Шаганов

Научный руководитель – Анисимов К.В., ассистент каф. САПР ВС

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В настоящее время по всему миру наблюдается активный рост количества устройств Интернета вещей, которые могут использовать различные протоколы передачи для обмена данными между собой и другими устройствами [1], но в большинстве случаев эти данные передаются через IP-сети.

Большой объем трафика, проходящего через IP-сети, может сказаться на стабильной работе этих сетей. Ввиду этого обстоятельства для предупреждения отказов необходимо исследовать новые подходы и алгоритмы управления сетями. Одним из таких подходов является использование программно-конфигурируемых сетей (ПКС) [2].

Разработанный сетевой коммуникационный преобразователь предназначен для сбора данных с датчика, имеющего интерфейс UART, и передачи собранных данных по IP-сети, используя различные протоколы и физические среды передачи. Устройство можно использовать для проведения экспериментальных исследований алгоритмов маршрутизации в ПКС.

Основой преобразователя является микроконтроллер ESP32S3, который обладает необходимыми характеристиками. Для микроконтроллера было разработано программное обеспечение (ПО) на языке программирования C++. ПО состоит из 3-х модулей: модуль визуального веб-интерфейса, модуль чтения данных с датчика, модуль сетевого взаимодействия. Изображение разработанного веб-интерфейса представлено на рисунке.

Сетевые настройки

Текущий IP: 192.168.1.100

Настройка точки доступа Wi-Fi

Имя сети:
ESP32

Тип шифрования:
Шифрование WPA/WPA2 ▾

Пароль:
qwerty123

Сохранить Отмена

Настройка Wi-Fi клиента

Доступные сети:
dlink (-44 dBm) ▾

Пароль:

Сохранить Отмена

Настройка передачи данных

Тип среды передачи данных:

☒ WiFi
☐ Ethernet

Статический IP ▾

IP адрес устройства
192.168.1.100

Протокол передачи:

☒ TCP
☐ UDP

IP адрес сервера:
192.168.1.10 5555

Периодичность отправки данных (сек):
10

Сохранить Отмена

Настройки источника данных

Способ ввода данных:

Датчик ▾

Сохранить Отмена

Рисунок 1 – Изображение веб-интерфейса

Веб интерфейс реализован в виде класса WebConfig, который предназначен для хранения и установки настроек устройства. Он позволяет устанавливать следующие сетевые параметры преобразователя: вид среды передачи (проводная – Ethernet или беспроводная – Wi-Fi), данные точки доступа, к которой подключится устройство при выборе беспроводного вида среды передачи, протокол передачи данных на сервер (TCP или UDP), IP адрес самого преобразователя, IP адрес принимающего сервера. Имеется возможность выбора типа IP адреса преобразователя – статический (устанавливается вручную) или динамический (устанавливается маршрутизатором с помощью протокола DHCP). Помимо этого реализована функция выбора источника данных. Данные для передачи на сервер могут быть считаны из датчика или заданы пользователем вручную, что может быть удобно при проведении экспериментальных исследований.

Модуль чтения данных с датчика реализован в виде класса PulsarHandler, который предназначен для низкоуровневого взаимодействия с датчиком по интерфейсу UART. Модуль реализует полный цикл обмена информацией с датчиком: формирование бинарных запросов, отправка запросов на чтение данных, прием ответов, содержащих значения считанных параметров, проверка целостности данных. Класс хранит информацию о формате коммуникационного пакета с датчиком, сетевом адресе датчика, типе запроса, длине и идентификаторе коммуникационного пакета, контрольной сумме.

Модуль сетевого взаимодействия реализован в виде класса Sender, который предназначен для отправки данных на удаленный сервер. В зависимости от конфигурации модуль устанавливает соединение по выбранному транспортному протоколу (TCP или UDP) через заданную среду передачи, после чего осуществляет отправку данных на сервер. Класс хранит информацию физических адреса сетевых интерфейсов преобразователя, параметрах сетевого клиента и тепе соединения с РИ-сетью (посредством Wi-Fi или Ethernet). Для приема данных с преобразователя были разработаны два сервера на языке Python.

Алгоритм работы сетевого преобразователя можно представить следующей последовательностью шагов.

Шаг 1. Этап инициализации системы. Загрузка конфигурации из постоянной памяти, сканирование Wi-Fi сетей, запуск точки доступа, запуск веб-сервера, подключение к сети посредством Wi-Fi или Ethernet.

Шаг 2. Основной рабочий цикл. Обработка HTTP-запросов веб-интерфейса, сбор и отправка данных отправка на удаленный сервер.

Библиографический список

1. Перепелкин, Д. А. Анализ современных технологий Интернета вещей / Д. А. Перепелкин, К. В. Анисимов // Информационные технологии в прикладных исследованиях: Межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2024. – С. 208-220.

2. Корячко В. П., Перепелкин Д. А. Программно-конфигурируемые сети. Учебник для вузов. М.: Горячая линия-Телеком, 2020. 288 с.

ИНТЕГРАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ В ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Д.Е. Никонов, Н.А. Баранников

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается применение интеграции электронных компонентов в текстильные материалы.

Умный текстиль – это материалы, которые объединяют в себе традиционные текстильные свойства (гибкость, воздухопроницаемость, прочность) с функциями электронных устройств, такими как микроконтроллеры, датчики и провода. Используется для изготовления одежды, контролирующей множество функций тела в реальном времени, деталей интерьера, обивки мебели и т.д.

Идея сделать интерактивную одежду возникла давно. Еще в 1985 году был создан свитер из оптических волокон, на который проецировались фрагменты анимационных роликов. С тех пор начались работы по усовершенствованию качества материалов, способов их обработки и т.д. В 2012 году на конференции «Textile and Colorists» в Австралии было представлено платье, способное менять цвет по команде смартфона.

Умный текстиль может быть изготовлен из различных материалов: полиэстер, нейлон, хлопок, кевлар (высокопрочное волокно). Сейчас все большее внимание уделяется тканям, позволяющим проводить электричество, для этого совместно с текстильными волокнами используют металлические. Однако металлы и классические полупроводники являются жесткими материалами, что ограничивает некоторые возможности во время носки одежды из таких изделий. Сейчас активно ведутся исследования по разработке и созданию транзисторов из текстильных волокон, чтобы полностью исключить металл.

В заключении, интеграция электроники в текстиль – это междисциплинарная область на стыке электроники, дизайна и IT. Умный текстиль кардинально меняет представление о функциях одежды и тканей, превращая их из пассивных объектов в активные помощники. Несмотря на существующие технологические и экономические барьеры, потенциал этой технологии огромен – от спасения жизней до создания принципиально новых форм человеко-машинного взаимодействия.

Библиографический список

1. Сайт Digitaltrends [Электронный ресурс] - Цифровые тренды МедиаГруппа 6420 S. Macadam Ave, Suite 216, Портленд, Орегон 97239, 2025- . – Режим доступа: <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/dt10-today-we-carry-technology-tomorrow-well-wear-it/>

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
СЛОЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В
НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ**

Н.А. Птицын

Научный руководитель – Гончаренко С.Н., д.т.н., профессор

Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

В докладе раскрывается процесс определения аналитической оценки надежности функционирования сложных производственно-экономических систем в неблагоприятных условиях.

В условиях развития цифровой экономики инновационные производственно-экономические системы, создаваемые в контексте происходящей четвертой промышленной революции и в преддверии наступающей пятой, характеризуются высокой сложностью и многопрофильным применением интеллектуальных систем управления, реализуемых искусственным интеллектом в образе мультиагентных систем с планируемыми действиями [1].

В зависимости от целеполагания в управлении выбираются наиболее эффективные планировщики, качество работы которых отслеживается с помощью аналитических моделей [2,3].

Для определения целеполагания искусственному интеллекту требуется информация о надежности функционирования сложных производственно-экономических систем в неблагоприятных условиях.

Среди возможных путей анализа надежности аналитические оценки отличаются наиболее высокой оперативностью. В связи с указанными обстоятельствами актуализируется определение аналитической оценки надежности функционирования сложных производственно-экономических систем в неблагоприятных условиях.

В процессе анализа надежности функционирования сложных производственно-экономических систем в неблагоприятных условиях определяются аналитические оценки средних времен до наступления отказов.

При определении аналитической оценки надежности функционирования сложных производственно-экономических систем в неблагоприятных условиях сочетаются математические приемы анализа описания поведения интегральных показателей их эффективности во времени и описания процессов функционирования в пространствах состояний.

При анализе поведения интегральных показателей эффективности функционирования сложных производственно-экономических систем аналитические оценки определяются в случаях адекватного применения авторегрессионных моделей временных рядов и случайных блужданий с поглощающим экраном. Для подобных ситуаций определяются аналитические условия адекватности.

При описании процессов функционирования сложных производственно-экономических систем в пространствах состояний аналитические оценки формируются применительно к следующим вариантам:

- на основе раскрываемой последовательности матричных операций Кемени в неявной форме для произвольной топологии графов, представляющих модель функционирования в неблагоприятных условиях в классе марковских цепей;
- на основе аналитических соотношений, выведенных посредством выполнения раскрываемой последовательности матричных операций Кемени для типовых топологий графов, представляющих модель функционирования в неблагоприятных условиях в классе марковских цепей;
- на основе рассматриваемой последовательности преобразований произвольной топологии графов, представляющих модель функционирования в неблагоприятных условиях в классах марковских и полумарковских процессов, с сопутствующим процессом вывода аналитических соотношений;
- на основе аналитических соотношений, выведенных посредством выполнения рассматриваемой последовательности преобразований типовых топологий графов, представляющих модель функционирования в неблагоприятных условиях в классах марковских и полумарковских процессов, с сопутствующим процессом вывода аналитических соотношений.

Для каждого варианта из списка вышеперечисленных приводятся системы допущений, обеспечивающих корректное использование соответствующего математического аппарата для оценки надежности функционирования сложных производственно-экономических систем в неблагоприятных условиях.

Достаточно широкая вариативность в математических формализациях вывода аналитической оценки надежности функционирования сложных производственно-экономических систем в неблагоприятных условиях обеспечивает выполнение оперативного целеполагания для искусственного интеллекта, управляющего их эффективностью.

Библиографический список

1. Теория систем и системный анализ в управлении организациями / Баринов В. А., Болотова Л. С., Волкова В. Н., Денисов А. А., Дуболазов В. А., Емельянов А. А., Катаев А. В., Кузин Б. И., Кузьменков В. А., Ланкин В. Е., Лыпарь Ю. И., Ногин В. Д., Птицына Л. К., Старовойтова М. И., Ступак В. Б., Татарова А. В., Федотов А. В., Ходырев В. В., Чудесова Г. П., Широкова С. В. и др. Справочник / под редакцией В. Н. Волковой и А. А. Емельянова. Москва, 2021. 847 с.
2. Птицына Л. К., Птицын Н. А., Эль Сабаяр Шевченко Н., Белов М. П. Система представления знаний о планировщиках интеллектуальных информационных агентов // Инновации. 2023. № 3. С. 81-85.
3. Птицына Л. К., Эль Сабаяр Шевченко Н., Птицын Н. А., Белов М. П. Управление планированием действий интеллектуальных мультиагентных систем // Сборник докладов V Международной научной конференции по проблемам управления в технических системах (ПУТС-2023). Санкт-Петербург. 26 – 28 сентября 2023 г. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». С. 138-142.

КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПОДГОТОВКОЙ СПЕЦИАЛИСТОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н.С. Толстошеин

Научный руководитель – Алексеев В. В., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «ТГТУ»

Пищевая промышленность играет критически важную роль в обеспечении населения продуктами питания. Глобальные тенденции, такие как рост населения, изменение потребительских предпочтений, увеличение требований к безопасности и устойчивости производства, предъявляют повышенные требования к компетенциям специалистов этой отрасли. Эффективная подготовка квалифицированных кадров, способных оперативно и обоснованно принимать решения в сложных производственных ситуациях, является приоритетной задачей [1].

Традиционные методы обучения, основанные на лекциях, семинарах и лабораторных работах, зачастую недостаточны для формирования у специалистов необходимых практических навыков принятия решений. В связи с этим, все более актуальным становится использование современных информационных технологий, в частности, систем поддержки принятия решений (СППР), которые позволяют имитировать реальные производственные сценарии, анализировать данные и оценивать альтернативные варианты решений [2].

В пищевой промышленности СППР могут быть использованы для решения широкого спектра задач, включая:

1. Оптимизация рецептов – выбор оптимального состава ингредиентов для достижения заданных характеристик продукта.

2. Управление производственными процессами – планирование производства, управление запасами, оптимизация технологических параметров, контроль качества на различных этапах производства.

3. Обеспечение безопасности пищевых продуктов – анализ рисков, связанных с пищевыми продуктами, выявление критических контрольных точек, разработка мер по предотвращению загрязнения и обеспечению соответствия нормативным требованиям.

4. Принятие решений в условиях неопределенности – анализ различных сценариев развития событий, оценка рисков и неопределенностей, связанных с производственными процессами и рыночной конъюнктурой.

В настоящее время применяются для подготовки специалистов пищевой промышленности СППР, такие как: **FoodPro** (переработка пищевых продуктов), **DairyDSS** (молочная промышленность), **MeatPlant** (мясная промышленность) и **BrewSim** (Пивоварение).

Несмотря на наличие таких инструментов, интеграция СППР в процесс подготовки все еще находится на стадии развития и требует разработки специализированных подготовительных платформ, адаптированных к потребностям пищевой промышленности.

В рамках данного исследования предложена концепция интерактивной платформы для подготовки специалистов пищевой промышленности, основанной на использовании СППР. Платформа состоит из следующих модулей:

1. Модуль моделирования производственных процессов позволяет моделировать различные производственные процессы в пищевой промышленности, от первичной переработки сырья до упаковки готовой продукции.

2. Модуль оптимизации рецептов предоставляет инструменты для подбора оптимального состава ингредиентов с учетом различных критериев (качество, стоимость, питательная ценность).

3. Модуль управления качеством позволяет мониторить качество продукции на различных этапах производства и выявлять отклонения от стандартов.

4. Модуль анализа рисков позволяет идентифицировать опасности и оценивать риски, связанные с пищевыми продуктами, а также разрабатывать меры по их минимизации.

5. Модуль отчетности и анализа данных предоставляет инструменты для анализа данных о производственных процессах, качестве продукции и потребительских предпочтениях.

6. Интерактивный интерфейс обеспечивает удобный и интуитивно понятный интерфейс для взаимодействия с платформой.

Ключевым аспектом платформы является интеграция реальных данных с производственного оборудования и систем контроля качества. Это позволяет специалистам работать с реальными данными и анализировать влияние их решений на производственный процесс и характеристики готовой продукции. Кроме того, платформа должна предоставлять возможность моделирования различных сценариев развития событий и оценки последствий принимаемых решений, что способствует развитию у специалистов навыков критического мышления и принятия решений в условиях неопределенности.

Применение систем поддержки принятия решений является перспективным направлением в подготовке специалистов пищевой промышленности. СППР позволяют моделировать реальные производственные ситуации, анализировать данные и оценивать альтернативные варианты, что способствует развитию навыков принятия обоснованных решений. Предложенная концепция интерактивной платформы подготовки, интегрирующей реальные данные и перспективные технологии моделирования, может стать эффективным инструментом для подготовки высококвалифицированных специалистов пищевой промышленности, способных эффективно решать задачи, стоящие перед современной пищевой промышленностью.

Библиографический список

1. Стратегические задачи и парадигмы развития дополнительного профессионального образования в обеспечении продовольственного и технологического суверенитета России: тенденции, приоритеты и ориентиры: информ. изд. / В.Г. Новиков [и др.] – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 308 с.
2. Моделирование информационного воздействия на эргатический элемент в эрготехнических системах / В.В. Алексеев [и др.] – М.: Стенсвил, 2003. – 163 с.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ АСУ ТП ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ КАК ОСНОВА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Н.А. Фролов

Научный руководитель – Привалов А.Н., д.т.н., профессор

Шуйский филиал Ивановского государственного университета

Повышение энергоэффективности и качества воздуха в зданиях является ключевой задачей современной строительной отрасли [1]. Как показал анализ, системы

приточно-вытяжной вентиляции (ПВВ) потребляют до 50% энергоресурсов здания [2], а их традиционное программное обеспечение (ПО) часто проектируется ручным трудоемким способом, что ведет к ошибкам и неоптимальным решениям. Внедрение интеллектуальных систем управления, рассмотренное в наших предыдущих работах [1, 2], требует более системного подхода на этапе их проектирования. Целью данного исследования является систематизация и формализация входных данных и требований для создания метода автоматизированного проектирования ПО АСУ ТП ПВВ.

На основе комплексного анализа современных систем управления (таких как Siemens Desigo CC, Schneider Electric EcoStruxure и др. [1, 2]) была проведена классификация объектов управления и функций, типичных для ПВВ. В качестве метода формализации была выбрана онтологическая модель, позволяющая установить семантические связи между сущностями системы. Это позволяет перейти от описания требований в текстовом виде к их машинно-читаемому представлению.

В ходе исследования была разработана структурированная база знаний (онтология) для доменной области (области знаний) АСУ ТП ПВВ, включающая:

1. Классы объектов управления: вентиляторы, насосы, клапаны, воздухонагреватели, воздухоохладители, увлажнители, датчики (температуры, влажности, давления, CO₂).

2. Классы функций управления: старт/стоп, регулирование скорости (ЧРП), поддержание заданной температуры, поддержание давления в воздуховоде, контроль уровня CO₂, режим «Лето/Зима», аварийные остановки.

3. Связи между классами: определены отношения типа «имеет_датчик», «выполняет_функцию», «управляется_через».

Данная онтология (рисунок 1) формирует каркас для системы автоматизированного проектирования, где инженер может выбирать необходимые компоненты из библиотеки, а система на основе связей между ними автоматически формирует каркас программы для ПЛК, типовые алгоритмы и базу данных тегов для SCADA.

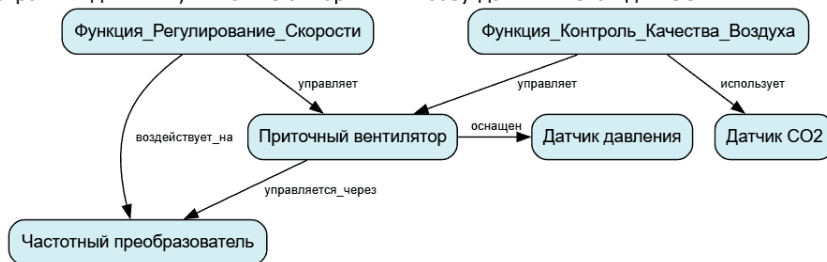


Рисунок 1 – Фрагмент онтологической модели АСУ ТП ПВВ

Предложенный подход к формализации требований на основе онтологической модели позволяет создать информационный фундамент для автоматизации проектирования ПО АСУ ТП ПВВ. Его практическая реализация позволит существенно сократить трудоемкость проектирования, минимизировать человеческий фактор и повысить надежность программных решений за счет использования проверенных типовых шаблонов. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку алгоритмов автоматической генерации кода для ПЛК на основе построенной онтологии и апробацию метода на реальных объектах.

Библиографический список

1. Фролов, Н.А. Программное обеспечение для управления системами приточно-вытяжной вентиляции / Н.А. Фролов, А.Н. Привалов // Современные проблемы физико-математических наук : материалы X Всероссийской науч.-практ. конф., — Орёл, 29-30 ноября 2024 г. : научное электронное издание / под общей редакцией канд. физ.-мат. наук, доц. Т. Н. Можаровой. — Орёл: ОГУ имени И. С. Тургенева, 2024. — С 485-491.
2. Фролов, Н.А. Интеграция интеллектуальных систем управления в современные системы приточно-вытяжной вентиляции для повышения энергоэффективности и качества воздуха / Н.А. Фролов, А.Н. Привалов // Всероссийский форум молодых исследователей - 2024 : материалы III Всероссийской науч.-практ. конф., г. Петрозаводск, 25 декабря 2024 г. : научное электронное издание / под общей редакцией И. И. Ивановской и канд. филос. наук, доц. М. В. Посновой. — Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2024. — С. 118-121.
3. Рымаров, А.Г. Проектирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха гражданского здания: учебно-методическое пособие / А.Г. Рымаров, Д.Г. Титков — Москва.: МИСИ-Московский государственный строительный университет, 2020. — 47 с.

КОНФИГУРИРОВАНИЕ ГЕТЕРОГЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОТОКОВОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Д.О. Щепухин

Научный руководитель – Тарасов И.Е., д.т.н., доцент

МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассматривается ряд вопросов, возникающих в ходе конфигурирования массово-параллельной гетерогенной вычислительной системы для анализа входящего потока данных на соответствие набору регулярных выражений.

Рост объемов данных в условиях цифровой трансформации обуславливает необходимость в поиске эффективных методов их обработки. Данные при этом могут находиться как в запоминающем устройстве, так и поступать непрерывным потоком.

В отличие от стратегии снижения вычислительных затрат на единицу данных, более привлекательным направлением является распараллеливание процессов обработки, поскольку оно обеспечивает более высокую эффективность в обоих случаях.

Круг соответствующих задач анализа весьма широк и охватывает такие области, как цифровая обработка сигналов, распределенные вычисления, обработка видеопотоков, анализ сетевого трафика и тд.

Наиболее примечательной представляется задача pattern-matching для анализа входящего трафика, учитывая её ежегодно возрастающую актуальность. Ключевая сложность данной задачи заключается в необходимости одновременной проверки каждого элемента данных на соответствие множеству шаблонов одновременно.

Сущность задач класса pattern-matching заключается в построении НКА или ДКА для соответствующего регулярного выражения и последующей обработки целевой строки данным автоматом. При этом существенное преимущество ДКА перед НКА в таком контексте в том, что обработка выражения происходит за $O(n)$, в отличие от $O(ns^2)$ для худшего случая НКА, где n – длина строки, а s – количество состояний автомата.

При большом количестве регулярных выражений, CPU не может обеспечить максимальную эффективность обработки ввиду ограничения по количеству ядер.

Выражения, представленные в виде ДКА, можно разбирать на GPU[1], архитектура которого изначально была специализирована на параллельное выполнение однотипных операций.

Тем не менее, такая связка может не укладываться в $O(n)$ из-за ветвлений НКА, которые эффективно обрабатываются на CPU. Решением такой задачи могут служить массово-параллельные специализированные вычислительные системы для выполнения структурно-подобных алгоритмов[2], которые способны обрабатывать ветвления НКА одновременно.

Отдельного внимания требует механизм распределение регулярных выражений по компонентам гетерогенной системы, часть аспектов которого приведено в [3].

В работе рассматривается вопрос проработки механизма определения наиболее подходящего компонента такого рода гетерогенной системы, на котором эффективнее разобрать конкретно регулярное выражение. Так же рассматривается вопрос разбора максимального количества регулярных выражений из заданного набора при учете пользовательских и аппаратных ограничений компонентов системы.

Библиографический список

1. Vasiliadis, Giorgos & Ioannidis, Sotiris. (2011). Parallelization and Characterization of Pattern Matching using GPUs. 10.1109/IISWC.2011.6114181.

2. Дуксин, Н. А. Проектирование вычислительных кластеров программируемой логики / Н. А. Дуксин // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. – № 92. – С. 92-99. – DOI 10.21667/1995-4565-2025-92-92-99. – EDN MEUDYC.

3. Щепухин, Д. О. Вопросы конфигурации вычислительных кластеров на базе ПЛИС / Д. О. Щепухин // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. – № 92. – С. 100-105. – DOI 10.21667/1995-4565-2025-92-100-105. – EDN WIFAOP.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ПОРИСТОСТИ ГАЗОПЛАМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ПО МИКРОФОТОГРАФИЯМ

Ю.С. Яковлев

Научный руководитель – Бруттан Ю.В., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет»

В докладе рассматривается практико-ориентированный конвейер обработки микрофотографий полированных газопламенных покрытий, переводящий изображения в количественные показатели глобальной и локальной пористости. Ключевая идея – локальная статистическая нормализация яркости и адаптивное выявление пустот, устойчивые к неравномерному освещению и контрастности. Подход может применяться как самостоятельный инструмент контроля качества газопламенных покрытий, а также как источник разметки изображений для нейросетевых моделей сегментации дефектов [1, 4].

Обрабатываются микрофотографии высокого разрешения поверхности образца. Автоматически выделяется кольцевая рабочая зона, исключая края и артефакты. Кольцо делится на равные угловые сектора, что дает карту неоднородности. В каждом секторе выполняется локальная статистическая нормализация серой компоненты, пиксели со значимым отклонением от фона

помечаются как кандидаты на поры. Такой локально-адаптивный порог устойчивее глобальных критериев при градиентах освещения и различной текстуре матрицы [2, 3].

Выбранные пиксели агрегируются в связные области с контролем роста и ограничением максимальной площади для отсекаания нерелевантных неоднородностей. Применяются операции морфологического замыкания и селективная заливка мелких внутренних просветов для стабилизации контуров. На выходе формируется бинарная маска пор и набор метрик: глобальная пористость по рабочему кольцу и секторальные значения, сопоставленные с геометрией образца.

Разработанный алгоритм корректно выделяет поры разных размеров. Итоговое изображение содержит границы секторов и подписи процентов пористости. Результат работы алгоритма обнаружения пор представлен на Рис. 1. Общий процент пористости в выделенном кольце составил 39.93%.



Рисунок 1 – Результат обработки изображения

Разработанный алгоритм предназначен для оценки пористости газопламенных покрытий по микрофотографиям. Он обеспечивает устойчивость к неравномерному освещению и формирует карту неоднородности. Алгоритм может использоваться как для контроля качества газопламенных покрытий, так и для разметки изображений для обучения нейросетевых моделей [1–4].

Работа выполнена в рамках реализации программы развития Псковского государственного университета программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030".

Библиографический список

1. Ameri R., et al. A systematic review of deep learning approaches for surface defect detection in industrial applications // Engineering Applications of Artificial Intelligence. — 2024.
2. Tejero-Martin D., et al. Evolution of porosity in suspension thermal sprayed YSZ coatings: image analysis by SEM // Surface & Coatings Technology. — 2021.

3. Li B., et al. Study on Porosity of Thermal-Sprayed Commercially Pure Molybdenum Coatings by Digital Image Analysis // Materials. — 2023.

4. Lema D. G., et al. Benchmarking deep learning models for surface defect detection // Journal of Intelligent Manufacturing. — 2025.

БИОИНСПИРИРОВАННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВА ПРЕСС-ФОРМ ЛИТЬЯ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

А.В. Яровой

Научный руководитель – Курейчик В.В., д.т.н., профессор

Южный Федеральный Университет

В докладе рассматривается проблема повышения эксплуатационных характеристик и ресурса пресс-форм для литья полимерных изделий за счет применения биоинспирированного подхода к проектированию их конструктивных элементов. Цель исследования – разработка и верификация методики оптимизации системы охлаждения и литниковой системы пресс-формы на основе принципов, заимствованных из природных биологических структур. Для достижения цели были решены задачи: идентификации ключевых биопрототипов, обладающих высокой эффективностью теплообмена и распределения потоков; параметрического моделирования биоинспирированных каналов; проведения сравнительного конечно-элементного анализа термомеханического состояния стандартной и оптимизированной пресс-форм в условиях циклического нагружения. Использованы методы компьютерного инженерного анализа (CFD, FEA) и натурные испытания. Научная новизна работы заключается в синтезе бионических архитектур (фрактальных деревьев и ламинарных структур) с классическими узлами пресс-формы, что позволило создать математические модели, адекватно описывающие процессы теплопереноса и течения расплава. В результате исследования достигнуто сокращение времени цикла литья на 18,5% и снижение градиента температуры рабочей поверхности формы на 22% по сравнению с базовым вариантом. Повышение равномерности охлаждения также позволило снизить уровень остаточных напряжений в отливке на 15% [1,2].

Ключевые слова: пресс-форма, литье полимеров, биоинспирированное проектирование, система охлаждения, оптимизация, тепловой анализ, фрактальные каналы, конечно-элементный анализ.

Цель исследования: Повышение эффективности работы пресс-форм для литья полимерных изделий за счет разработки и внедрения биоинспирированных конструктивных решений систем охлаждения и питания.

Задача, решению которой посвящен доклад: разработка методики параметрического синтеза и верификация работоспособности биоинспирированной системы охлаждения пресс-формы, обеспечивающей значительное сокращение времени цикла литья и повышение равномерности температурного поля.

Методы исследования: Компьютерное моделирование (CAD/CAE), конечно-элементный анализ (FEA), вычислительная гидродинамика (CFD), натурные термоциклические испытания.

Новизна работы: впервые предложена интегративная модель биоинспирированной оптимизации, сочетающая фрактальную геометрию для системы охлаждения и ветвящиеся ламинарные структуры для литниковой

системы, с валидацией результатов на физическом прототипе, изготовленном методом селективного лазерного плавления.

Выводы: биоинспирированный подход является перспективным направлением для кардинального улучшения характеристик литьевых пресс-форм. Снижение градиента температуры на 22% и, как следствие, снижение остаточных напряжений и коробления изделия, напрямую связано с устранением «застойных» зон в системе охлаждения. Биоинспирированная архитектура каналов обеспечивает подвод хладагента ко всем критическим участкам формы, что было невозможно при традиционном сверлении. [3,4]

Разработанная методика биоинспирированной оптимизации доказала свою валидность и практическую значимость. Внесенный вклад заключается в создании формализованного подхода к синтезу высокоэффективных систем охлаждения, превосходящих по характеристикам традиционные аналоги. Перспективы дальнейших исследований видятся в адаптации данного подхода для пресс-форм с сложной геометрией, включая слайдерные и литниковые системы, а также в исследовании комбинированных бионических структур для многокомпонентного литья.

Библиографический список

1. Zaruba, D., Zaporozhets D., Kuliev E. Parametric optimization based on bacterial foraging optimization. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2017. Т. 573. С. 54–63.
2. Интеллектуальные системы: модели и методы метаэвристической оптимизации: Монография / Л. А. Гладков, Ю. А. Кравченко, В. В. Курейчик, С. И. Родзин. – Чебоксары: ООО "Издательский дом "Среда", 2024. – 228 с. – ISBN 978-5-907830-56-1. – DOI 10.31483/a-10639. – EDN KNHQTN.
3. Яровой, А. В. Метаэвристические методы в параметрическом и трехмерном моделировании прессформ для литья полимерных изделий / А. В. Яровой // Актуальные вопросы совершенствования научной деятельности: теоретический и практический подход: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Иркутск, 19 августа 2025 года. – Стерлитамак, 2025. – С. 113-116. – EDN WNGOHY.
4. E. T. Agaev, T. V. Karlova, A. Y. Bekmeshov, M. U. Batirov, V. N. Konstantyan and R. A. Girs, "Automation of the Selection of Components Placement Surfaces Using 3D Drawings," 2023 International Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS), Petrozavodsk, Russian Federation, 2023, pp. 9-13, doi: 10.1109/ITQMTIS58985.2023.10346258

Секция 10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

ИНТЕРПРЕТИРУЕМАЯ МОДЕЛЬ БАНКОВСКОГО СКОРИНГА

И.А. Алпатов

Научный руководитель – Новиков А.И., д.т.н., профессор

**Российская автономная некоммерческая организация высшего
образования «Университет Иннополис»**

В настоящее время основной задачей банковского блока рисков является управление системой принятия решений (СПР). СПР придумана для упрощения взаимодействия клиента с банком и отвечает за рассмотрение онлайн-заявок на всевозможные кредиты различных банковских сегментов. С развитием технологий банки часто стали использовать модели машинного обучения в своих СПР, однако работа подобных моделей не только замедляет, но и делает не интерпретируемым принятое решение. Под интерпретируемостью следует понимать возможность представить логику обученной модели в понятной структуре, например, древовидной, так, чтобы любой человек по вектору заданных характеристик мог увидеть, какое решение примет модель и почему. Это нужно, чтобы затем выделить из модели конкретные правила и пороги и «жестко» встроить их в СПР.

В данной работе представлен алгоритм жадного дерева, который состоит из двух блоков – составление ветки и подбор веток. Блок составления ветки в качестве задаваемого ограничения принимает минимальный порог (процент просроченных заявок отсекаемого портфеля ко всем просроченным заявкам) и представляет собой спуск в глубину, использующий на каждом уровне условие максимизации отношения просроченных заявок ко всем заявкам оставшегося портфеля:

$$BestI, BestJ, BestK \stackrel{\text{def}}{=} i, j, k: \max \left\{ \frac{prosr_{ijk}}{prosr_{ijk} + neprosr_{ijk}}, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M_i}, k = \overline{1, 2} \right\}, \text{ где:}$$

1. $prosr_{ijk}$ – количество просроченных заявок в случае, если спуститься i -ому признаку, j -ому значению признака и k -ому знаку;
2. $neprosr_{ijk}$ – количество непросроченных заявок в случае, если спуститься i -ому признаку, j -ому значению признака и k -ому знаку;
3. N, M_i – количество признаков и значений признаков i -ого признака соответственно;
4. $BestI, BestJ, BestK$ – номер признака, значения признака и знака, по которым происходит наилучший спуск. Если эти величины не найдены или ветка достигла максимально допустимой заданной глубины, то цикл подбора заканчивается и алгоритм завершает свою работу.

Второй блок – подбор веток – принимает в качестве задаваемого ограничения риск (желаемое отношение количества просроченных заявок ко всем заявкам отсекаемого портфеля) и создает возможность находить в оставшемся после отсечения наборе данных новые ветки.

Начальный порог выбирается как $np = (1 + const_low)/2$, где $const_low$ – заданное минимальное значение порога. Затем запускается цикл:

1. выполнение алгоритма поиска ветки с заданным порогом;
2. если ветка нашлась и риск в ней больше заданного значения, то обновляем нижний порог текущим значением. Если нет, то обновляем верхний порог текущим значением;

3. продолжаем, пока разница между верхним и нижним порогом будет меньше 0.01;

4. продолжаем пункты 1-3, пока в случае отсутствия искомой ветки нижний порог не «скатится» к значению *const_low*.

Далее представленный алгоритм сравнивался с простейшей нейронной сетью – двуслойным перцептроном, на трех различных наборах данных (НД):

1. НД Titanic для первоначальной проверки работоспособности разрабатываемых алгоритмов с количеством строк 1000 и соотношением классов 38%-62%, позволяющий оценить качество классификации на сбалансированном НД;

2. банковский НД 1 – 1762 строки, отношение классов 65/1697 (3.7%-96.3%);

3. банковский НД 2 – 61006 строк, отношение классов 660/60346 (1%-99%).

Тестирование моделей на этих наборах показало, что алгоритм жадного дерева не уступает перцептрон, хотя заданная глубина дерева была равна трем. В конце работы предлагается продолжить исследования и попытаться построить, протестировать и интерпретировать более сложные модели нейронных сетей.

ПОСТРОЕНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ В ЗАДАЧАХ КРЕДИТНОГО СКОРИНГА

А.В. Бакулев, М.А. Бакулева

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»,
АО «СберТех»**

В последнее время отмечается ускоряющиеся темпы роста количества личного, приобретенного в кредит. Очевидно, что данный вид кредитования носит особый характер и отличается высокими рисками и процентами «невозврата». В связи с этим задача кредитного скоринга является актуальной. Очевидно, что научные методы решения задачи оптимизации баланса «риск-доходность» могут быть реализованы за счет разработки методов и алгоритмов эффективного многокритериального анализа. С точки зрения математической постановки задачи необходимо разработать модель, позволяющую учитывать вариативность управляющих факторов, их многомерность и динамику.

В данной работе приводится математическая модель, отвечающая многомерной парадигме: это тензорное представление многомерной структуры, интегрирующая матричный способ моделирования процесса кредитования и многомерность управляющих параметров.

Научная новизна представленного исследования заключается в обеспечении возможности учета характеристик, сложно формализуемого вероятностного характера. В матрице смежности веса рёбер представляют собой массив характеристик, влияющих на принятие решений по сумме кредита. Таким образом, задача исследования – это нахождение такого пути между двумя вершинами ориентированного графа, который учитывает критерий минимальности в интегрированном массиве веса каждой дуги.

В качестве данных подобных массивов могут выступать уровень доходов, кредитный рейтинг, т.д., то есть те величины, которые необходимо учитывать и которые обладают свойством аддитивности [1].

В качестве математической модели выбирается оргграф $G(X, V)$ (рисунок 1).

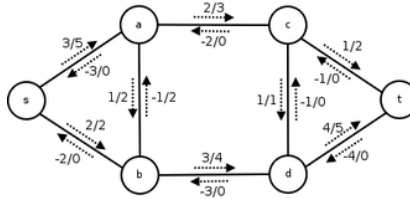


Рисунок 1 – Пример графа принятия решения

В представленном графе рассматриваются и сопоставляются две оценки: например, уровень дохода (в динамике) и прожиточный минимум.

Математическим представлением данного графа будет матрица смежности следующей структуры:

$$G = \begin{pmatrix} & s & a & b & c & d & t \\ s & \infty & \|3 & 5\| & \|2 & 2\| & \infty & \infty & \infty \\ a & \|3 & 0\| & \infty & \|1 & 2\| & \|2 & 3\| & \infty & \infty \\ b & \|2 & 0\| & \|1 & 2\| & \infty & \infty & \|3 & 4\| & \infty \\ c & \infty & \|2 & 0\| & \infty & \infty & \|1 & 1\| & \|1 & 2\| \\ d & \infty & \infty & \|3 & 0\| & \|1 & 0\| & \infty & \|4 & 5\| \\ t & \infty & \infty & \infty & \|1 & 0\| & \|4 & 0\| & \infty \end{pmatrix}$$

Для описания данной матрицы предлагается использовать тензорную модель, адекватно отображающую многомерную структуру параметров для оценки рисков невозврата кредита [3]. На основе тензорной математической модели разработан алгоритм построения ассоциативных правил, который позволяет оптимизировать и баланс «риск-доходность».

Преимущество предложенной математической модели является масштабируемость учитываемых факторов, поскольку тензорная модель изначально наиболее соответствует описанию многомерных зависимостей. Разработанный алгоритм позволяет выявлять наиболее «важные» зависимости управляющих факторов (на основе вычисления дискретных производных), что позволяет автоматизировано решать задачу кредитного скоринга, существенно понижая риски.

Библиографический список

1. Bakulev A.V. Synthesis algorithm for parallel implementation of a sequence of programs for computing systems based on multi-core processors // Bulletin of the Ryazan State Radio Engineering University. 2009. № 30. Pp. 43-49.
2. Bakulev A.V., Bakuleva M.A., Avilkina S.B. Mathematical methods and algorithms of mobile parallel computing on the base of multi-core processors // European researcher. 2012. V. 33. № 11-1. P. 1826-1834.

МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЖЕНЕРА НА ОБЪЕКТЕ

Д.А. Бирюкова

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данном докладе рассматривается влияние специализированных мобильных приложений на повышение эффективности работы инженеров непосредственно на объектах.

Современная инженерная деятельность характеризуется необходимостью оперативного принятия решений непосредственно на объекте: строительной площадке, производственном цехе или месте монтажа оборудования. Традиционные методы работы с бумажной документацией и стационарными вычислительными системами становятся недостаточно эффективными в условиях динамично меняющейся обстановки [1]. В этом контексте мобильные технологии предлагают принципиально новые возможности для оптимизации инженерного труда.

Ключевым преимуществом мобильных приложений является их доступность и портативность. Инженер, используя планшет или смартфон, получает мгновенный доступ к обширной базе данных, включая проектные чертежи, нормативную документацию, спецификации материалов и паспорта оборудования. Это позволяет оперативно сверять фактические параметры с проектными, не возвращаясь в офис [1].

Важным направлением является использование встроенных датчиков мобильных устройств. Специализированные приложения позволяют использовать камеру для проведения базовых геодезических измерений, акселерометр – для контроля углов наклона конструкций, а микрофон – для первичной оценки уровня шума оборудования. Хотя точность таких измерений может уступать профессиональным приборам, они идеально подходят для экспресс-диагностики и предварительной оценки ситуации [1].

Еще одной значимой функцией является возможность оперативного документирования. Инженер может делать фотографии дефектов, записывать голосовые комментарии и вносить аннотации прямо на электронные чертежи. Все данные, синхронизированные через облачные сервисы, становятся немедленно доступными для других участников проекта, что значительно ускоряет процессы согласования и устранения несоответствий [2].

Таким образом, внедрение мобильных решений в инженерную практику способствует значительному росту производительности, достоверности результатов и общей эффективности работ. Перспективы развития данной области связаны с внедрением систем дополненной реальности, которые позволяют проецировать цифровые модели на физические объекты, а также с созданием комплексных платформ для автоматизированного сбора и обработки информации [1,2].

Библиографический список

1. Иванов А.А. Цифровизация проектно-исследовательских работ: учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 2020. – 215 с.
2. Петренко В.Г. Мобильные технологии в промышленности // Наука и техника. – 2022. – № 5. – С. 45–51.

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАК ОСНОВА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОЕКТАХ.

Д.А. Бирюкова

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данном докладе рассматривается роль электронных систем управления (ЭСУ) в современных инженерных проектах. Актуальность темы обусловлена развитием цифровых технологий и их интеграцией в техническое проектирование.

Современные инженерные проекты требуют высокой точности, эффективности и надежности. ЭСУ стали неотъемлемым компонентом сложных конструкций - от бытовой техники до космических аппаратов [1]. Современные системы управления способны адаптироваться к изменяющимся условиям работы.

Основу ЭСУ составляет микропроцессорный контроллер, выполняющий сбор данных с датчиков, их обработку и формирование управляющих воздействий. Важным аспектом является обеспечение отказоустойчивости систем за счет резервирования компонентов и специальных протоколов диагностики [2].

Современные тенденции связаны с внедрением сетевых технологий, позволяющих создавать распределенные системы управления. Такие системы характеризуются модульной архитектурой, что упрощает их масштабирование и обслуживание [2]. Это актуально для проектов "умный дом", автоматизированных промышленных линий и интеллектуальных энергосистем.

В промышленности широко применяются программируемые логические контроллеры (ПЛК) - ядро систем автоматизации технологических процессов. Их надежность и модульность позволяют эффективно управлять станками, роботизированными комплексами и производственными цехами. Применение ПЛК повышает производительность, снижает процент брака и минимизирует влияние человеческого фактора [3].

В машиностроении и транспорте ЭСУ применяются в системах управления двигателем, антиблокировочных системах тормозов и системах курсовой устойчивости. Эти системы обрабатывают информацию о скорости вращения колес, положении педали акселератора и других параметрах, обеспечивая безопасность и оптимальные режимы работы.

Перспективным направлением является интеграция ЭСУ с технологиями интернета вещей и облачными вычислениями. Это позволяет осуществлять удаленный мониторинг и управление объектами, проводить прогнозную аналитику для предсказания отказов и оптимизировать эксплуатационные расходы.

В энергетике ЭСУ обеспечивают устойчивую работу интеллектуальных сетей электроснабжения, автоматически перераспределяя нагрузки и компенсируя колебания потребления энергии.

Таким образом, электронные системы управления являются критически важным элементом современных инженерных проектов. Их развитие движется в сторону увеличения интеллектуальности, связности и автономности, что открывает новые возможности для создания сложных, эффективных и безопасных технических систем.

Библиографический список

1. Бессонов А.А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами: учебник для вузов. – М.: Академия, 2018. – 352 с.

2. Петров К.Л. Программируемые контроллеры в распределенных системах автоматизации // Приборостроение. – 2020. – № 5. – С. 45–50.

3. ГОСТ Р МЭК 61131-1-2016. Контроллеры программируемые. Часть 1: Общая информация. – Введ. 2017–01–01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 50 с.

РАЗРАБОТКА ИИ-АГЕНТА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ СЦЕНАРИЕВ

А.М. Гамидов

Научный руководитель – Бакулев А.В., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Существующие инструменты автоматизации (RPA, макросы) демонстрируют высокую эффективность при решении повторяющихся, но простых и строго структурированных задач, однако оказываются неприменимы для сложных пользовательских сценариев. Предметом автоматизации в данной работе выступают комплексные рабочие процессы, требующие смыслового понимания контекста, динамического планирования последовательности действий и адаптации к изменяющимся условиям графического интерфейса. К таким сценариям относятся: межплатформенное взаимодействие с несколькими приложениями, содержательный анализ текстовой информации, принятие решений на основе распознанного смысла и выполнение действий в условиях нестабильного интерфейса. Задачей данного проекта является разработка ИИ-агента, способного интерпретировать высокоуровневое описание такой сложной задачи на естественном языке и полностью автономно её выполнять, взаимодействуя с графическим интерфейсом операционной системы.

Решение строится на архитектуре автономного агента с циклом «Анализ-Планирование-Действие» [1].

1) **Анализ:** Для восприятия состояния системы используется модуль компьютерного зрения (OpenCV [2]) и оптического распознавания текста (Tesseract OCR [3]). Этот модуль преобразует графический интерфейс в структурированное текстовое описание, пригодное для анализа языковой моделью.

2) **Планирование:** Языковая модель (LLM, например, GPT-4o [4]) выступает в роли центрального планировщика. Она анализирует цель пользователя, историю действий (модуль памяти) и текущее состояние интерфейса, чтобы декомпозировать полученную от пользователя цель на последовательность конкретных шагов для достижения цели.

3) **Действие:** Специализированный модуль (на базе PyAutoGUI [5]/pynput) выполняет сгенерированный план путем программной эмуляции действий пользователя — наведения курсора, кликов, ввода текста и нажатия клавиш.

Техническая реализация прототипа будет осуществлена на языке программирования **Python**, который выбран благодаря богатой экосистеме библиотек для задач ИИ и автоматизации. В качестве ядра системы планирования будет применяться языковая модель, такая как **GPT-4o** через **OpenAI API** [4]. Для взаимодействия с графическим интерфейсом операционной системы планируется использовать связку из двух ключевых компонентов: библиотек **PyAutoGUI** [5] и **pynput** для эмуляции пользовательского ввода и фреймворка **OpenCV** [2] в связке с **Tesseract OCR** [3] для анализа экрана и распознавания текстовых элементов.

Взаимодействие между модулями будет организовано через структурированные данные в формате JSON, а для управления зависимостями и воспроизводимости среды разработки будет использован менеджер виртуальных окружений.

В результате работы будет разработан программный прототип, который:

- Продемонстрирует автоматизацию сложных сценариев, таких как: мультиплатформенный сбор данных (из почты, мессенджеров и веб-сайтов) в единый отчет; проведение комплексной проверки системы с формированием итогового документа; адаптивная настройка программного обеспечения под заданные параметры.

- Обеспечит количественно измеримый результат. Оценка эффективности будет проводиться по метрикам успешности завершения сценария (>85%), среднему времени выполнения и коэффициенту ошибочных действий.

- Реализует механизм автономной коррекции. Агент будет способен обнаруживать отклонения от ожидаемого состояния интерфейса (например, всплывающее окно) и перепланировать свои действия для их устранения без остановки работы.

Разрабатываемый ИИ-агент представляет собой шаг в сторону создания универсальных систем автоматизации, способных гибко адаптироваться к сложным и недетерминированным рабочим процессам, что расширяет границы применимости автономных систем в цифровых средах.

Библиографический список

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход [Текст]: учеб. пособие для вузов / С. Рассел, П. Норвиг; пер. с англ. под ред. К. А. Птицына. – 4-е изд. – Москва: Диалектика, 2021. – 1414 с.
2. Брадски Г., Кэлер Э. Learning OpenCV. Компьютерное зрение с библиотекой OpenCV [Текст] / Г. Брадски, Э. Кэлер; пер. с англ. А. Б. Тихонова. – Москва: ООО «И.Д. Вильямс», 2019. – 504 с.
3. Смит Р. An Overview of the Tesseract OCR Engine [Текст] / Р. Смит // Девятая международная конференция по анализу и распознаванию документов (ICDAR 2007): материалы конф.: в 2 т. – Curitiba, Brazil, 2007. – Т. 2. – С. 629–633.
4. OpenAI. GPT-4 Technical Report [Электронный ресурс] / OpenAI – 2023. – 98 с. – Режим доступа: <https://cdn.openai.com/papers/gpt-4.pdf> (дата обращения: 31.10.2025).
5. Свейгарт Э. Автоматизация рутинных задач с помощью Python. Программирование для начинающих [Текст] / Э. Свейгарт; пер. с англ. С. А. Борис. – 2-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2022. – 592 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУРАХ

Ю.Д. Гудков, В.Г. Мишустин

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В работе рассмотрены результаты моделирования оптического поглощения с помощью нейросети, которые позволяют рассчитать количество поглощаемых фотонов в единице объема за единицу времени на разной глубине полупроводниковых материалов и структур в зависимости от длины волны падающего излучения. Для

моделирования были выбраны кристаллический кремний (c-Si), аморфный гидрогенизированный кремний (a-Si:H), а также гетероструктура a-Si:H/c-Si [1].

Моделирование оптического поглощения проводилось в системе компьютерной алгебры Maple, которая позволяет визуализировать динамическое изменение графиков в зависимости от одной из двух переменных [2].

При моделировании использовался закон поглощения Бугера-Ламберта-Бера [3] и данные распределения мощности солнечного излучения [4]. В ходе моделирования были решены следующие задачи:

- проведен сравнительный анализ зависимостей коэффициентов оптического поглощения от длины волны на основе литературных данных [1] для c-Si и a-Si:H, построенных с помощью нейросети и «ручного определения»;
- построено пространственное распределение поглощаемых фотонов в зависимости от энергии для c-Si, a-Si:H, а также для гетероструктуры a-Si:H/c-Si в условиях космоса (AM0) и на поверхности Земли при угле наклона в 37° (AM1.5G).

Для расчета количества фотонов, падающих на единицу площади поверхности в заданном интервале длин волн, использовались данные, полученные с помощью нейросети из спектральных зависимостей мощности солнечного излучения [4]. Результаты такого моделирования в программе Maple представлены на рисунке 1.

Результаты проведенного моделирования используются для определения пространственного распределения фотогенерированных носителей в полупроводниковых материалах и структурах при освещении солнечным светом на основе литературных источников или экспериментальных данных об оптическом поглощении при освещении монохроматическим светом. Также эти данные необходимы для интерпретации экспериментальных результатов, полученных при исследовании пространственного распределения встроенных электрических полей в полупроводниковых барьерных структурах методом компенсации тока нестационарной фотопроводимости [5].

Кроме того, результаты моделирования можно использовать в качестве наглядного учебного пособия во время лекционных и практических занятий при изучении соответствующих разделов в дисциплинах «Физические основы микро- и нанoeлектроники», «Материалы электронной техники» и др. для студентов, обучающихся по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

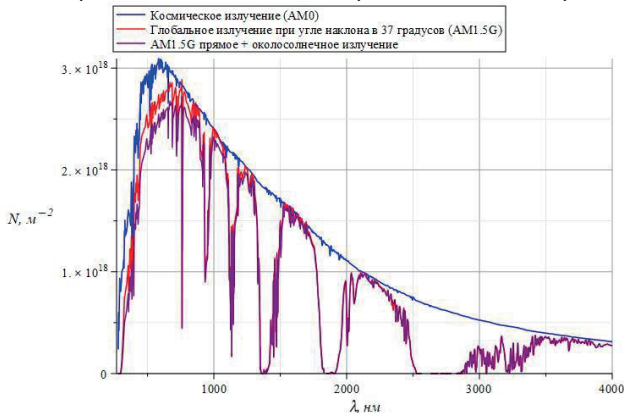


Рисунок 2 – Распределение количества падающих фотонов на единицу площади за единицу времени в зависимости от длины волны

"Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2025-0002) с использованием научного оборудования Регионального центра зондовой микроскопии коллективного пользования Рязанского государственного радиотехнического университета имени В.Ф. Уткина"

Библиографический список

1. H. M. Upadhyaya, T. M. Razykov, and A. N. Tiwari, Thin Film PV Technology, in CRC Handbook of Energy Conservation and Renewable Energy, edited by F. Kreith and D. Y. Goswami, CRC Press.
2. Система компьютерной алгебры Maple [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://basissoft.ru/map_product_maple.html (дата обращения: 29.10.2025).
3. Панков Ж. Оптические процессы в полупроводниках /Под ред. Алферова Ж.И. и Вавилова В.С. М.: Мир, 1973. 320 с.
4. ASTM G173-03 Reference Spectra Derived from SMARTS v. 2.9.2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rredc.nrel.gov/solar//spectra/am1.5/ASTMG173/ASTMG173.html> (дата обращения: 20.10.2025).
5. S.P. Vikhrov, N.V. Vishnyakov, V.G. Mishustin et al. Time-of-flight technique for investigation of amorphous chalcogenides and barrier structures on their base // Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, 2001. Vol. 3. Iss. 2. P. 407 – 410.

**ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ КИБЕРУСТОЙЧИВОСТИ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ФРЕЙМВОРКА OWASP SAMM**

А.С. Гуров

Научный руководитель – Борзенко А.Е., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются вопросы о проблеме автоматизации защиты информационных систем (ИС) от киберугроз. В связи с высоким темпом развития вычислительных средств и информационных технологий возникает опасность увеличения угроз от кибератак. Реализация современных информационных систем становится все сложнее, их разработка включает в себя все больше стеков технологий, что не позволяет информационной системе достичь абсолютной киберустойчивости – способности выполнять свои функции в штатном режиме при условии возникновения кибератак. Возникает проблема автоматизации способности информационных систем противостоять внешним или внутренним угрозам.

Решением данной проблемы может служить внедрение фреймворков для оценки надежности разработки информационной системы на всех этапах ее жизненного цикла (SDLC – Software Development Life Cycle) [1]. Одним из таких фреймворков является проект SAMM (Software Assurance Maturity Model) от сообщества OWASP (Open Worldwide Application Security Project). Сообщество OWASP не является коммерческой организацией, это благотворительная организация, бесплатно предоставляющая свои проекты организациям во всем мире. Расшифровка проекта SAMM переводится как Модель обеспечения зрелости программного обеспечения (ПО). Главным достоинством данной модели в том, что ее функциональность не только не привязана к конкретным процессам и технологиям разработки информационной системы, но и

она поддерживает весь путь жизненного цикла информационной системы. Фреймворк SAMM является эволюционным, его ориентация основана на адаптации к рискам. Поэтому его модель подходит для разного рода организаций разработчиков информационных систем. Ведь не существует определенного рецепта безопасной разработки, который будет работать во всех организациях.

Модель SAMM состоит из 5 бизнес-функций: управление, дизайн, реализация, верификация и операции [2]. Каждая бизнес-функция состоит из 3 практик безопасности. Функциональность модели состоит из логических потоков во всех 15 практиках безопасности. В каждую практику входит по 2 потока, связывающие и выравнивающие деятельность в практике на любом из 3 уровней зрелости:

- 1 уровень – первоначальная реализация;
- 2 уровень – структурированная реализация;
- 3 уровень – оптимизированная работа [3].

Функциональность модели SAMM графически приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Функциональность модели SAMM

Фреймворк SAMM для каждой практики безопасности определяет соответствие уровню зрелости. Такой подход позволяет организациям постепенно совершенствовать уровень безопасности на всех этапах жизненного цикла информационной системы, начиная с 1 уровня первоначальной реализации, до полностью оптимизированного и постепенно совершенствуемого 3 уровня зрелости. Автоматизируя фреймворк SAMM, организации оценивают текущий уровень безопасности информационной системы, определяют и реализуют дорожные карты улучшения киберустойчивости для обеспечения качества информационной системы, приоритизируя оцениваемый уровень зрелости на каждой практике безопасности.

В результате проведенного исследования были сделаны выводы: автоматизация фреймворка SAMM позволяет организациям непрерывно отслеживать уровень рисков на всех этапах жизненного цикла информационной системы благодаря достижению оцениваемого приоритетного уровня зрелости.

Библиографический список

1. The official website of the community OWASP. Project OWASP SAMM. Официальный сайт owasp.org [Электронный ресурс]. – URL: <https://owasp.org/www-project-samm/> (дата обращения 07.10.2025).
2. SAMM. The model. Официальный сайт owaspsamm.org [Электронный ресурс]. – URL: <https://owaspsamm.org/model/> (дата обращения 07.10.2025).
3. OWASP Developer Guide. A Guide to Building Secure Web Applications and Web Services. February 2023 onwards. Release version 4.1.7, p 130.

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.В. Даев

Научный руководитель – Платонова О.В., к.т.н., доцент

МИРЭА – Российский технологический университет

В докладе рассматривается концепция развития систем контроля состояния радиотехнической безопасности и радиоэлектронного противодействия с применением нейросетевых технологий. В современном мире задача обеспечения информационной безопасности стоит необычайно остро. Известно множество примеров негативных последствий утечек конфиденциальной информации – разглашение секретных данных Сноуденом, применение прослушивающих устройств спец. службами различных стран (прослушивающее устройство КГБ в посольстве США и пр.). Всегда такие утечки вели к значительным финансовым и репутационным потерям. В связи с этим, в нашем капиталистическом мире, принятие мер по обеспечению информационной безопасности является в первую очередь экономически оправданным.

Задача обеспечения информационной безопасности решается по трем направлениям:

- административное – включает в себя организацию рабочего процесса и внедрение режимных мер для обеспечения сохранности конфиденциальной информации;
- техническое – разработка и применение различных технических решений, предназначенных для обеспечения безопасности информации;
- оперативное – обеспечение безопасности информации оперативными методами, призванными выявлять и активно противодействовать злоумышленникам.

Одной из составляющих технического направления является контроль состояния радиотехнической безопасности и радиоэлектронное противодействие (далее – КСРТБ и РЭП), являющееся дальнейшим развитием классического радионаблюдения [1]. Основной задачей КСРТБ и РЭП является выявление технических каналов утечки информации и пресечение их работы.

Системы КСРТБ и РЭП построены на базе радиоприемных устройств, объединенных в единую систему, осуществляющую мониторинг радиозфира в заданном диапазоне. Второй составляющей данной системы являются различные устройства блокирования радиосигналов.

Применение систем искусственного интеллекта, в частности использование нейросетевых технологий, имеет огромный потенциал в данной области – распознавание видов сигналов, выявление факта передачи защищаемой информации, а также создание систем управления, обеспечит автоматизацию работы систем КСРТБ и РЭП, что в полной мере соответствует современным концепциям построения автоматизированных систем, работающих без участия людей.

Также следует отметить, что применение нейросетевых технологий в областях распознавания и классификации является основным направлением их деятельности, для которого изначально они и создавались [2].

Библиографический список

1. Рембовский А.М., Ашихмин А. В., Козьмин В.А., Радиомониторинг методы и средства, Горячая линия – телеком, 2024г.
2. Галушкин А.И., Цыпкин Я.З., Нейронные сети: история развития теории, учебное пособие, Альянс, 2014г.

УТОЧНЕНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДВУМЕРНЫХ ШТРИХКОДОВ С ПОМОЩЬЮ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

А.С. Епифанов

Научный руководитель – Ефимов А.И., к.т.н., доцент каф. ЭВМ

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Локализация двумерных штрихкодов является актуальной задачей, востребованной в промышленных сканерах штрихкодов на конвейерной обработке. Из-за высокой пропускной способности таких сканеров локализация двумерного штрихкода для последующего процесса чтения должна быть наиболее точной и быстрой. В настоящее время для процесса локализации двумерного штрихкода было разработано множество методов, в основе которых лежат либо алгоритмы, либо методы машинного обучения и нейронные сети. Однако из-за специфики нанесения двумерных штрихкодов на поверхность товара, может возникнуть ситуация, при которой полезная часть штрихкода будет склеена с шумом, окружающим штрихкод из-за нарушения зоны безопасности вокруг него. Либо может возникнуть обратная ситуация, при которой из-за засветления или затемнения участков штрихкода локализация разделяет полезную часть штрихкода на несколько разных областей, считая их отдельными объектами. Обе ситуации ухудшают итоговое качество локализации.

В данной работе рассматривалось использование морфологических операций эрозии и дилатации [1] для уточнения локализации двумерного штрихкода. Был разработан алгоритм уточнения локализации, состоящий из нескольких шагов. В начале вычисляется размер ядра свёртки на основе соответствующих критериев (размер изображения, размер штрихкода) [2,3]. Затем локализованная область штрихкода подвергается эрозии и дилатации для разделения штрихкода от мусора или склеивания мелких частей штрихкода друг с другом. А затем маска получившейся уточнённой зоны с штрихкодом совмещается с исходным изображением для получения наиболее точной локализации штрихкода. Разработанный алгоритм показывает высокое быстродействие и высокую точность и может быть использован при необходимости повысить качество локализации штрихкодов для промышленных сканеров.

Библиографический список

1. М.С Рябых, Е.С. Сойникова. Высокопроизводительный метод анализа и морфологической обработки изображений. Научный результат. Информационные технологии, Том 1, Выпуск №3, Белгород, 2016
2. Л.Шапиро, Дж.Стокман. Компьютерное зрение. изд. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. — 752 с.
3. Д.Форсайт, Ж.Понс. Компьютерное зрение. Современный подход. изд. — М.: Вильямс, 2004. — 928 с.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ШЛАГБАУМА С СИСТЕМОЙ РАСПОЗНАВАНИЯ

А.Ю. Ерохина

Научный руководитель – Бакулева М.А., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Основная цель: Создать интуитивно понятный, надежный и безопасный интерфейс, обеспечивающий эффективное взаимодействие между пользователем, системой распознавания и исполнительным механизмом (шлагбаумом).

Интерфейс в данном контексте — это не просто кнопка или экран, а единая экосистема, включающая аппаратные, программные и визуально-звуковые компоненты, работающие согласованно для решения задачи автоматизированного контроля доступа.

Ключевые тезисы

Интерфейс многоуровневой архитектуры не является единым. Он состоит из нескольких целевых уровней:

Пользовательский интерфейс (UI)

Визуальный: Световая сигнализация (зеленый/красный сигнал), информационный дисплей (опционально).

Звуковой: Предупреждающие сигналы при открытии/закрытии, сигнал ошибки.

Аппаратный: Пульты ДУ, кнопки вызова, считыватели карт/меток.

Интерфейс системы распознавания

Ввод данных: Камеры для распознавания номерных знаков (ANPR/LPR), сканеры QR-кодов, датчики приближения (индукционные петли, радары).

Программный API: Связь между модулем распознавания (например, нейросетью) и управляющим контроллером. Передача данных: «номер распознан», «доступ разрешен/запрещен».

Административный интерфейс:

Веб-панель или desktop-приложение для настройки системы: Управление базой данных разрешенных номеров (добавление, удаление, черный список).

Настройка правил доступа (время суток, дни недели). Просмотр журнала событий (логи проездов, попыток доступа, ошибок распознавания).

Настройка параметров системы (чувствительность, время задержки закрытия).

Особенности

- Автоматизация и минимальное участие человека: Основная задача — исключить необходимость в диспетчере для стандартных сценариев.

- Интеграция сложных технологий: Интерфейс должен абстрагировать пользователя от сложностей работы нейросетей и компьютерного зрения, представляя только конечный результат («Проезд разрешен»).

- Работа в реальном времени: Система должна обрабатывать данные и реагировать за доли секунды, чтобы не создавать заторы.

- Надежность и отказоустойчивость: Интерфейс должен предусматривать сценарии сбоев (например, потеря связи с камерой, ошибка распознавания) и иметь ручной (резервный) режим управления.

Основные проблемы в работе

1. Проблемы, связанные с системой распознавания.

- Внешние факторы: Погодные условия (дождь, снег, туман), время суток (ночь, ослепление солнцем), грязные номера.

- Разнообразие данных: Разные форматы номерных знаков (региональные, международные), нестандартные шрифты, поврежденные пластины.
- Ложные срабатывания: Распознавание номера на проезжающем мимо автомобиле, что может привести к несанкционированному открытию.
- Скорость обработки: Задержка в распознавании более 1-2 секунд будет критичной для комфортного пользования и пропускной способности.

2. Проблемы проектирования пользовательского интерфейса (UX/UI).

- Однозначность обратной связи: Пользователь должен мгновенно и безошибочно понимать статус системы:

Пример: Мигающий желтый сигнал -> «Система работает, ожидайте»; Постоянный зеленый -> «Проезжайте»; Мигающий красный -> «Доступ запрещен, остановитесь».

- Обеспечение безопасности: Предотвращение «подрезания» (проезда второго автомобиля в след за первым).

• Защита от травмирования: четкие звуковые и световые предупреждения перед началом движения шлагбаума, наличие фотоэлементов для обнаружения препятствия.

- Работа в условиях сбоев: Что видит пользователь, если система не может распознать номер? (Например, сообщение «Обратитесь к администратору», активация кнопки вызова).

3. Проблемы административного интерфейса.

- Сложность/Простота: Необходимость предоставить администратору мощный инструмент для настройки, избежав при этом перегруженности и сложности интерфейса.

• Защита данных и безопасность: Хранение и обработка персональных данных (номерные знаки) должны соответствовать законодательству (например, ФЗ-152 в РФ).

- Ведение и целостность базы данных: Ошибки при ручном вводе номеров, необходимость массового импорта/экспорта, разрешение конфликтов (один номер в разных группах доступа).

4. Технические и системные проблемы:

- Интеграция компонентов: Обеспечение бесперебойной связи между камерой, сервером распознавания, контроллером шлагбаума и системой сигнализации. Проблемы совместимости протоколов.

• Аппаратные ограничения: Производительность вычислительного оборудования для алгоритмов распознавания, особенно в условиях большого потока машин.

- Энергонезависимость и работа в автономном режиме: Что происходит при отключении электричества? Необходимость источников бесперебойного питания (ИБП).

5. Проблема стоимости и масштабируемости:

- Высокая стоимость высокоточной системы распознавания и надежного оборудования.

• Сложность масштабирования системы для крупных объектов с множеством пунктов проезда (например, сеть АЗС или логистических терминалов), где требуется централизованное управление правами доступа.

6. Аппаратная несовместимость и отсутствие драйверов:

- Суть проблемы: Импортное оборудование (контроллеры шлагбаума, моторы, датчики, камеры) часто поставляется со своим собственным программным обеспечением и протоколами связи, которые могут быть несовместимы с нашей операционной системой или средой разработки.

- Протоколы связи: Оборудование может использовать проприетарные (закрытые) протоколы вместо стандартных (Modbus, OPC-UA, MQTT). Документация по ним может быть на иностранном языке, неполной или вообще отсутствовать.
- Драйверы: Производитель может не предоставлять драйверы для современных ОС (например, Windows 10/11, Linux). Драйверы могут быть только 32-битными, а работать предстоит на 64-битной системе.
- Аппаратные интерфейсы: Используются устаревшие порты (RS-232, RS-485) без современных преобразователей в USB/Ethernet.

Рекомендации и пути решения проблем

1. Многоуровневая система валидации: Комбинировать распознавание номера с дополнительными методами (RFID-метка, мобильное приложение) для повышения надежности.
2. Проектирование по принципу «Отказобезопасности»: При любом сбое шлагбаум должен занимать безопасное положение (как правило, «закрыт»), если это не блокирует выезд.
3. Итеративное тестирование UI: Проводить юзабилити-тесты с реальными пользователями, чтобы убедиться в понятности сигналов и инструкций.
4. Использование современных фреймворков: Для административного интерфейса применять проверенные веб-технологии, обеспечивающие безопасность и отзывчивость.
5. Внедрение модульности: Разделение системы на независимые модули (распознавание, управление, база данных) для упрощения обслуживания, обновления и замены компонентов.

Библиографический список

1. Алан, К. About Face: Основы взаимодействия с пользователем [Текст] / К. Алан, Р. Риман, Д. Кронин; пер. с англ. А. Толмачева. – 4-е изд. – Москва: Диалектика, 2023. – 720 с. – ISBN 978-5-907496-12-7. [Cooper, A. About Face: The Essentials of Interaction Design]
2. Тидвелл, Д. Разработка пользовательских интерфейсов [Текст] / Д. Тидвелл, Ч. Брюэр, Э. Вуд; пер. с англ. С. Чикинев. – 3-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2022. – 456 с.: ил. – (Библиотека программиста). ISBN 978-5-4461-4567-2. [Tidwell, J. Designing Interfaces: Patterns for Effective Interaction Design]

АНАЛИЗ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕКСТОВ ДАРКНЕТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

В.С. Ерохина

Научный руководитель - Целых А.Н., д.т.н., профессор

Южный Федеральный Университет

Введение. Актуальность исследования обусловлена ростом киберугроз, связанных с распространением противоправного контента в анонимных сегментах интернета. Особую сложность для автоматического анализа представляет лингвистическая составляющая контента даркнета, характеризующаяся использованием специальной терминологии.

Материалы и методы. Для решения задачи классификации текстов даркнета использован алгоритм Random Forest. Исследование проводилось на открытом датасете CoDA, содержащем 8473 текстовых документа. Выполнена многоэтапная

предобработка данных, включающая токенизацию, лемматизацию и формирование TF-IDF матрицы с извлечением N-грамм (1-3 граммы).

Результаты и обсуждение. Разработанная модель продемонстрировала высокую эффективность классификации. Значение метрики F1-score составило 0.90, точность (precision) – 0.90, полнота (recall) – 0.90. Анализ важности признаков выявил наиболее значимые лингвистические маркеры нелегального контента: специфическая лексика (термины кардинга, наркопрепаратов), использование цифровых шифров, специальные аббревиатуры и сленговые выражения.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о возможности эффективного использования методов машинного обучения для автоматического выявления противоправного контента в текстах даркнета. Выявленные лингвистические особенности могут быть использованы для создания систем мониторинга кибербезопасности.

Библиографический список

1. Data Classification of Dark Web using SVM and S3VM [Электронный ресурс] // International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. – URL: <https://doi.org/10.22214/IJRASET.2023.55643> (дата обращения: 10.10.2025).
2. Content-Based Features to Rank Influential Hidden Services of the Tor Darknet [Электронный ресурс] //arXiv.org. – URL: <http://arxiv.org/abs/1910.02332> (дата обращения: 10.10.2025).

МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ В СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Д.А. Иванов

Научный руководитель – Алексеев В.В., д.т.н., профессор

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы

Развитие многоспутниковых систем связи и дистанционного зондирования Земли сопровождается стремительным ростом требований к качеству и устойчивости каналов передачи данных. Спутники становятся важнейшим инструментом для обеспечения информационного обмена в тех регионах, где развертывание наземной инфраструктуры невозможно или экономически нецелесообразно. В таких условиях управление зонами покрытия выходит на первый план, так как именно от него зависит равномерность распределения ресурсов, доступность сервиса и надежность каналов связи.

В ранних исследованиях, особенно в период до начала XXI века, зоны покрытия рассматривались как статические структуры, жестко ограниченные фиксированными радиостанциями или наземными ретрансляторами. Такие модели не учитывали динамику орбитальных параметров, изменяющихся условий распространения сигнала и распределения трафика. С развитием спутниковых технологий — прежде всего низкоорбитальных и многолучевых систем — зоны покрытия приобрели динамический характер, что потребовало перехода от описательных к математическим моделям и алгоритмам адаптивного управления. Уже в 2000-е годы появились первые модели пространственно-временного распределения зон покрытия на основе уравнений движения и антенн с управляемой диаграммой направленности [Аблайеко и др., 2012].

В современных условиях эти параметры представляют собой взаимосвязанную многомерную систему, которая требует постоянного анализа и адаптации.

Использование технологий интеллектуальной обработки данных позволяет моделировать пространственно-временную динамику покрытия, выявлять узкие зоны перегрузки и автоматически перераспределять ресурсы между спутниками. Такие решения обеспечивают устойчивость каналов связи, балансировку нагрузки и повышение общей производительности многоспутниковых группировок.

В отличие от традиционных подходов, где управление осуществлялось оператором с использованием статических карт покрытия, современные космические информационные технологии обеспечивают возможность построения цифровых двойников спутниковых сетей. Виртуальные модели позволяют прогнозировать изменения геометрии орбит, энергетического потенциала и распределения трафика, а также формировать оптимальные стратегии переназначения лучей и частотных ресурсов. Применение таких технологий делает возможным переход к концепции самоорганизующихся орбитальных систем связи, где основную роль играет автоматизированное принятие решений на основе анализа больших данных [Щербаков, 2022].

Формализованные алгоритмы управления зонами покрытия спутниковых систем связи обеспечивают повышение эффективности передачи данных и снижение задержек при работе группировок космических аппаратов. Современные подходы предусматривают последовательную обработку и анализ входных данных, включающих телеметрию спутников, показатели пропускной способности каналов связи, параметры радиосигнала и метеорологические условия. Полученные данные подвергаются интеллектуальной фильтрации, нормализации и кластеризации зон покрытия по интенсивности трафика.

В последние годы особое внимание уделяется разработкам, направленным на создание саморегулируемых интеллектуальных систем управления многоспутниковыми орбитальными комплексами. Такие системы реализуют принципы распределённого искусственного интеллекта, обеспечивая автономное планирование операций, адаптацию к нештатным ситуациям и снижение участия человека в управлении [Хегай, 2020].

Практическая значимость применения адаптивных алгоритмов заключается в возможности интеграции их в космические информационные платформы дистанционного зондирования Земли и инфраструктуру Интернета вещей. Реализация подобных подходов повышает надёжность и эффективность глобальных сетей, создавая основу для цифровой экосистемы спутниковых сервисов нового поколения, ориентированных на взаимодействие с беспилотными системами, геоинформационными комплексами и сенсорными сетями.

Таким образом, развитие моделей и алгоритмов адаптивного управления зонами покрытия является ключевым направлением в космических информационных технологиях. Оно объединяет методы искусственного интеллекта, анализа данных и цифрового моделирования, способствуя формированию интеллектуальных спутниковых инфраструктур, способных к самообучению, оптимизации и устойчивому функционированию в условиях усложняющихся орбитальных конфигураций и увеличивающихся объёмов передаваемой информации.

Библиографический список

1. Абламейко С.В., Саечников В.А., Спиридонов А.А. Спутниковые системы связи. – Минск: БГУ, 2012. – 147 с.
2. Щербаков П.А. Прогнозирование нагрузок в сетях связи на основе анализа больших данных // Информационные технологии. — 2022. — №11. — С. 51–59.

3. Херай Ю.В. Управление группировками низкоорбитальных спутников // Космические исследования. — 2020. — Т. 58. — №2. — С. 99–107.

РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С УЧЕТОМ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

А.А. Кисельников, С.Ю. Завозкин

Научный руководитель – Степанов Ю.А., д.т.н., доцент
Кемеровский государственный университет

В работе предложен подход к прогнозированию энергопотребления воздушных компрессоров с учётом прогнозируемых метеорологических параметров. В качестве базового алгоритма использован метод k-ближайших соседей (KNN), на основе которого разработана регрессионная модель. Детально рассмотрены этапы предобработки данных, обучения модели и её внедрения для минимизации энергопотребления компрессоров. Проведена оценка экономической эффективности метода, включая расчёт снижения эксплуатационных затрат и уменьшения углеродного следа.

Химические предприятия обладают значительной потребностью в технологическом воздухе, который выполняет несколько ключевых функций. Прежде всего, он обеспечивает работу систем автоматизированного контроля и управления (КИПиА). Кроме того, сжатый воздух применяется в качестве сырья для химического синтеза и производства реагентов, что делает его критически важным ресурсом для бесперебойной работы производства.

Производственная воздушная сеть предприятия получает подготовленный воздух из блока очистки (БОВ), куда он подаётся промышленными компрессорными установками, работающими с атмосферным воздухом. Специалистами по энергоменеджменту был выполнен комплексный анализ системы, включающий пневматический и энергетический аудит. Результаты исследования показали, что компрессорное оборудование потребляет порядка 14% от общего объёма электроэнергии предприятия, что выводит его в категорию наиболее энергозатратных производственных установок.

Основным фактором энергозатрат компрессоров выступает производственная нагрузка, определяемая текущими технологическими потребностями. Параллельно следует учитывать ряд косвенных параметров, оказывающих существенное влияние на энергоэффективность системы:

- Климатические параметры окружающей среды (атмосферные температура, влажность и давление);
- Степень деградации оборудования, приводящая к снижению его энергетической эффективности.

При разработке системы оптимизации энергопотребления необходимо комплексно оценивать:

- Операционные риски, связанные с дефицитом производительности. Соблюдение минимально допустимой производительности воздушной системы является критически важным для обеспечения промышленной безопасности и непрерывности технологических процессов. Отклонение от установленных норм может вызвать нарушения производственного цикла или экономические потери;
- Капитальные и операционные расходы на техническое обслуживание и модернизацию оборудования;

- Влияние метеорологических факторов. Современные методы прогнозирования позволяют с достаточной точностью предсказывать погодные условия, что открывает возможности для разработки предиктивных моделей воздухопотребления.

С учетом выявленных ограничений была разработана интеллектуальная система поддержки принятия решений для энергоэффективного управления компрессорным оборудованием. В основе системы лежит регрессионная модель, реализующая непараметрический метод k -ближайших соседей (KNN).

Для верификации гипотезы о корреляции метеорологических параметров с энергозатратами был сформирован структурированный массив данных, содержащий:

- Показатели мощности (pw) - целевая переменная;
- Производительность системы (q , м³/ч) – регрессор;
- Климатические параметры на входе (t – температура, p – влажность, $press$ – давление);
- Временной интервал измерений - ежечасные показания в течение 12 месяцев.

Применение метода линейной корреляции Пирсона выявило наличие прямой зависимости от температуры и обратной зависимости от давления окружающей среды. (Исходя из данных данного компрессора).

После эмпирического подтверждения гипотезы было выполнено сравнительное тестирование различных конфигураций моделей. Результаты валидации продемонстрировали преимущество реализации метода KNN с параметром весов 'uniform', при котором все k -ближайших соседей вносят равный вклад в прогнозируемое значение. Данный подход особенно эффективен для равномерно распределенных данных, обеспечивая устойчивость предсказаний за счет равномерного учета всего локального окружения точки.

На основе алгоритма KNN разработана система, включающая:

Прогнозные модели — индивидуальные для каждого компрессора.

Систему балансировки — динамически распределяет нагрузку с учетом производственных потребностей, прогноза энергопотребления и оптимальных режимов работы.

Архитектура системы (замкнутый цикл):

Сбор данных: Прием телеметрии (метеоданные, энергопотребление, нагрузки).

Машинное обучение: Обучение и валидация прогнозных моделей.

Прогнозирование: Сценарии нагрузки, оценка энергозатрат и эффективности.

Оптимизация: Оптимизация для снижения энергопотребления при выполнении производственных требований.

Визуализация: Дашборд с трендами, тревогами и рекомендациями для оператора.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ для МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Н.В. Климчук

Научный руководитель – Васильев Е.П., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современные радиоэлектронные средства (РЭС) широко применяются в космических технологиях и компьютерных сетях. Проектирование таких устройств требует высокой точности, надёжности и учёта множества параметров. В данной работе рассматривается разработка интеллектуального программного обеспечения

(ПО), интегрирующего систему поддержки принятия решений (СППР) для моделирования сложных систем.

Целью разработки является создание кроссплатформенного приложения, способного:

- Автоматически генерировать проектные решения на основе заданных параметров;
- Выполнять численный анализ и моделирование [1];
- Оценивать эффективность решений по множеству критериев;
- Формировать техническую документацию.

Приложение реализовано на языке Python 3 и включает следующие компоненты:

Компонент	Назначение
Tkinter GUI	Графический интерфейс пользователя
Модуль оптимизации	Реализация генетических алгоритмов и градиентных методов
Модуль анализа	Численные методы: метод конечных элементов, метод моментов [2]
Модуль машинного обучения	Нейросети для прогнозирования характеристик устройств
Документационный модуль	Автоматическая генерация схем, спецификаций и отчётов
PyInstaller	Упаковка приложения в исполняемый файл для Windows, Linux и MacOS

Программное обеспечение использует следующие алгоритмы:

- **Генетические алгоритмы** — для поиска оптимальной топологии;
- **Метод конечных элементов (FEM)** — для анализа электромагнитных полей;
- **Метод моментов (МоМ)** — для моделирования 3D объектов;
- **Нейронные сети** — для предсказания параметров объектов на ранних этапах проектирования;
- **Ядерная оценка плотности** — для анализа вероятностных характеристик объектов.

В качестве примера рассмотрим проектирование полосового фильтра [3]:

1. Пользователь вводит диапазон частот, размеры и допустимые потери;
2. Система генерирует десятки вариантов топологии [4];
3. Каждый вариант анализируется по коэффициенту передачи, уровню шумов и стоимости;
4. Лучшее решение моделируется с помощью FEM;
5. Генерируется документация: схема, спецификация, отчёт.

Результаты показали, что использование СППР позволяет сократить время проектирования на 30%, повысить точность параметров на 15% и снизить количество ошибок.

Приложение совместимо с профессиональными вычислительными системами [5]:

- **AWR Microwave Office** [6];
- **Ansys HFSS**;
- **Sonnet Suites / Sonnet Lite**.

Это позволяет экспортировать модели и проводить дополнительную верификацию в специализированных средах.

В дальнейшем планируется:

- Расширение набора алгоритмов оптимизации (роевые, эволюционные);

- Внедрение поддержки облачных вычислений;
- Интеграция с базами данных компонентов;
- Разработка веб-версии приложения;
- Поддержка совместной работы инженерных команд.

Разработка интеллектуального программного обеспечения с интеграцией СППР открывает новые горизонты в автоматизации проектирования сложных систем. Это решение сочетает гибкость, точность и удобство, делая его незаменимым инструментом для инженеров в высокотехнологичных отраслях.

Библиографический список

1. Васильев Е.П., Нгуен Данг Хоп. Анализ численными методами конструктивных вариантов миниатюрных радарных резонансных элементов // Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №84. 2023. – С. 3-14. (БАК).
2. Васильев Е.П. Анализ электродинамических методов моделирования микроволновых устройств [Текст] / Е.П. Васильев. // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2019: сб. тр. II междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.6./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т. 2019. – С. 195-199.
3. Васильев Е.П. Анализ методов моделирования микроволновых устройств на примере полосового фильтра с расширенной полосой заграждения. // Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №72. 2020. – С. 62-70. (БАК).
4. Васильев Е.П., Нгуен Данг Хоп, Лыу Тхань Дат. Полосовой фильтр на связанных микрополосковых линиях с двумя секторными резонаторами // Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №75. 2021. – С. 15-23. (БАК).
5. Васильев Е.П. Современные САПР СВЧ и их особенности [Текст] / И.А. Ермолаев, И.М. Сомов // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2019: сб. тр. II междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.6./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т. 2019. – С. 174-181.
6. Васильев Е.П. Технология компьютерного моделирования в среде Microwave Office [Текст]: метод. указания / Е.П. Васильев. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т. 2019. – С. 40.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОДАЖ И МАРКЕТИНГОВОЙ АКТИВНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Д.В. Королев, В.В. Тишкина

Научный руководитель – Тишкина В.В., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В условиях нестабильных цен на готовую продукцию и от этого высокой конкурентной среды на рынке пестицидов, компании, занимающиеся производством средств защиты растений, сталкиваются с необходимостью повышения эффективности планирования продаж и маркетинговых активностей. Сегодня во многих компаниях стратегические решения в этих областях принимаются на основе экспертных оценок и совещаний, где попытка поверхностного анализа серий отчетов дистрибьюторов и представителей по продажам без системной аналитики и долгосрочного прогноза, формирует риски товарных остатков, дефицита и, как

следствие, потери лояльности среди представителей аграрно–промышленного сектора.

Использование интеллектуального анализа данных и методов машинного обучения открывает новые возможности для автоматизации и обоснованного планирования, позволяя учитывать множество факторов – от сезонности спроса до агроклиматических условий в конкретных регионах. Это особенно актуально для дистрибуции пестицидов, где спрос носит ярко выраженный циклический характер, а ошибки планирования критичны.

Цель работы – разработать подход к автоматизации планирования продаж и маркетинговых активностей компании, реализующей пестициды, на основе интеллектуального анализа данных и методов прогнозирования.

Проведенное исследование подтвердило, что внедрение инструментов интеллектуального анализа данных и методов машинного обучения способно радикально повысить эффективность процессов планирования продаж и маркетинговых активностей в агрохимической отрасли.

В условиях высокой волатильности рынка средств защиты растений и зависимости спроса от погодных и фитосанитарных факторов разработка системы прогнозирования спроса становится ключевым элементом устойчивого развития компании.

В работе разработана и обучена прогнозная модель на основе алгоритма XGBoost, показавшая среднюю абсолютную процентную ошибку (MAPE) 12,7–15,9%, что свидетельствует о высокой точности и устойчивости прогноза.

Реализован прототип аналитического модуля в среде Excel, аппроксимирующий поведение модели машинного обучения и адаптированный под пользователей без технических компетенций в области Data Science.

Проведена валидация и визуализация прогнозов с использованием среды Python (Google Colab), что подтвердило корректность расчетов и минимальное расхождение между Python-моделью и Excel-реализацией (3–5%).

Результаты экспериментов и тестирования продемонстрировали, что даже при ограниченном наборе признаков (всего три ключевых параметра обеспечивают 62,5% объясняющей способности) возможно достичь высокой точности прогнозов. Это доказывает применимость подхода data-driven управления в условиях дефицита данных и ограниченных IT-ресурсов.

Таким образом, работа доказала, что переход к data-driven управлению возможен даже в условиях ограниченных ресурсов, а использование инструментов анализа данных способно обеспечить устойчивый рост эффективности и конкурентоспособности бизнеса в аграрном секторе России.

Библиографический список

1. Современные проблемы и перспективы развития агрохимии и экологии: сборник научных трудов / Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии. – М., 2022. – 304 с.
2. Филиппов А. В. Современные системы прогноза развития фитофтороза картофеля / А. В. Филиппов. – М.: Агропромиздат, 2022. – 168 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ TESSERACT OCR В ЗАДАЧАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА

В.Ю. Костин

Научный руководитель – Скворцов С.В., д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается задача интеллектуального распознавания текста [1]. Целью работы является исследование и применение технологии Tesseract OCR [2], выявление преимуществ и слабых сторон, а также реализация тестового прототипа системы распознавания.

В современном мире большое количество информации представлено в виде изображений с текстом – это документы, книги, фотографии, сканы различных материалов. Автоматическое извлечение текста из таких изображений – задача, актуальная для автоматизации документооборота, цифровизации архивов, интеллектуального анализа данных и других областей. Технологии оптического распознавания текста (OCR) [3] позволяют значительно ускорить и упростить этот процесс.

За последние годы в области интеллектуального распознавания текста значительно продвинулся уровень точности благодаря развитию нейросетевых методов. Особенно эффективными оказались модели на основе рекуррентных нейронных сетей (LSTM) [4] и трансформеров [5], которые способны моделировать структуру текста и учитывать контекст.

Для достижения цели работы были подготовлены изображения различного типа для проверки эффективности различных аспектов работы прототипа системы распознавания. Среди них изображения использующие: стандартный печатный текст; текст нераспространенного шрифта; рукописный текст и имитирующий рукописный шрифт текст.

Рассмотрены различные режимы работы системы, которые определяют метод распознавания и влияют на точность и производительность: (OEM_TESSERACT_ONLY) - классическая модель на основе шаблонов и нейросетевых методов без использования LSTM; (OEM_LSTM_ONLY) – нейросетевая модель на базе LSTM.

Разработанная система OCR на базе движка Tesseract показала сильные стороны при распознавании печатного текста стандартных шрифтов. Благодаря использованию режима (OEM_TESSERACT_ONLY), система обеспечивает относительно высокую точность при обработке четких, хорошо различимых изображений. Экспериментальные данные подтвердили, что при переключении режима на (OEM_LSTM_ONLY) качество распознавания улучшается, особенно при наличии сложных шрифтов: нейросетевые модели LSTM позволяют более гибко интерпретировать изображения, что подтверждается снижением количества нераспознанных слов. Однако при обработке рукописных текстов, а также изображений с низким качеством и искаженными шрифтами точность сильно падает. Это очевидно связано с ограниченными возможностями текущей модели и необходимостью обучения специализированных моделей под рукописи.

Технология Tesseract обладает высоким потенциалом для автоматизации задач интеллектуального распознавания и может служить базовой платформой для разработки более универсальных автоматизированных систем. Внедрение современных архитектур нейросетей (например, трансформеров), улучшение

датасетов и методов обучения для расширения возможностей OCR-систем могут послужить хорошими перспективами развития системы.

Библиографический список

1. Афонасенко А.В., Обзор методов распознавания структурированных символов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2008. – №2 (18), часть 1. – С. 83-88.
2. Tesseract OCR. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/tesseract-ocr/tesseract> (дата обращения: 13.10.2025).
3. Оптическое распознавание символов (OCR). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dataid.com/aboutocr.htm> (дата обращения: 13.10.2025).
4. Рекуррентные нейронные сети (LSTM). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/wunderfund/articles/331310/> (дата обращения: 13.10.2025).
5. Трансформеры. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/transformery> (дата обращения: 15.10.2025).

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХЕМ

К.И. Лейбович

Научный руководитель – Тобратов Ю.М., старший преподаватель

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современное проектирование электрических схем немислимо без автоматизированных систем (САПР), которые значительно ускоряют процесс разработки, повышают точность и упрощают переход к производству печатных плат. В докладе рассматриваются ключевые технологии и проводится анализ наиболее актуальных на сегодняшний день САПР.

САПР предоставляют инженерам графические инструменты для создания принципиальных схем и разводки печатных плат (ПП). Современные системы также включают средства моделирования, проверки правил проектирования (DRC) и часто поддерживают 3D-визуализацию.

Перед изготовлением прототипа критически важно проверить работоспособность схемы с помощью симуляторов, таких как **Micro-Cap**, которая позволяет анализировать электрические параметры и находить ошибки [1].

Развитие облачных платформ, таких как **EasyEDA**, позволяет работать над проектами совместно и из любой точки мира. Кроме того, алгоритмы искусственного интеллекта начинают использоваться для автоматической оптимизации трассировки и размещения компонентов [2].

На основе анализа современных решений были выделены ключевые характеристики наиболее востребованных программ, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ современных САПР для проектирования схем

Программа	Лицензия	Основные функции	Плюсы	Минусы
Altium Designer	Платная	Проектирование сложных схем. Трассировка ПП	Богатый функционал, AI-оптимизация	Высокая стоимость
KiCad	Бесплатная	Создание схем, Трассировка ПП	Open-Source, активное сообщество	Ограниченные возможности 3D-визуализации
DipTrace	Условно- бесплатная	Проектирование схем и ПП, 3D-просмотр	Удобный интерфейс, поддержка российских стандартов	Ограничения в бесплатной версии
EasyEDA	Бесплатная	Облачный сервис, работа в браузере	Удобство, Совместная разработка	Ограниченные возможности для сложных проектов

Анализ показал, что для профессиональной разработки лидером остается **Altium Designer**. **DipTrace** является отличной альтернативой для коммерческих и учебных проектов среднего уровня сложности, сочетая мощный функционал и доступность. Среди бесплатных решений наиболее популярны **KiCad** для полноценной работы и **EasyEDA** для быстрых и простых задач в браузере.

Сфера автоматизированного проектирования активно развивается. Среди ключевых тенденций можно выделить:

- Глубокую интеграцию AI для автоматической оптимизации проектов.
- Расширение возможностей облачных сред для совместной работы.
- Улучшение взаимодействия между САПР и системами механического 3D-моделирования.

В будущем можно ожидать появления интеллектуальных систем, способных автоматизировать большую часть рутинных операций.

Автоматизация проектирования электрических схем стала неотъемлемой частью разработки электроники. Современные САПР предлагают инструменты на любой случай: от мощных профессиональных платформ до доступных бесплатных решений. Проведенный анализ подтверждает, что **Altium Designer** сохраняет лидерство в высоком сегменте, а такие системы, как **DipTrace** и **KiCad**, предоставляют отличные возможности для большинства практических задач, делая проектирование более эффективным и доступным [3].

Библиографический список

1. Micro-Cap User Downloads. [Электронный ресурс] <https://gotroot.ca/spectrum/www.spectrum.com/download/download.html>
2. Edraw. 7 лучших программ для составления электрических схем [Электронный ресурс]. Доступно: <https://www.edrawsoft.com/ru/7-best-electrical-drawing-software.html>.
3. Иванова Н.Ю. Инструментальные средства конструкторского проектирования электронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.Ю. Иванова, Е.Б.

Романова. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Университет ИТМО, 2013. – 121 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66462.html>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТЕКСТНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА РЕКОМЕНДАЦИЙ

В.А. Лутиков

Научный руководитель – Проказникова Е.Н., к.т.н., доцент
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современные рекомендательные системы активно применяются в разных предметных областях. Одной из ключевых задач таких систем является персонализация рекомендаций с учётом индивидуальных предпочтений пользователей. Эффективность рекомендаций значительно повышается при использовании контекстных данных. Для досуговых мероприятий это время, местоположение пользователя и погодные условия.

Контекстные данные позволяют адаптировать предложения к текущей ситуации пользователя. Например, система может рекомендовать мероприятия, проходящие в непосредственной близости от пользователя, или предлагать открытые мероприятия при благоприятной погоде. Временной контекст позволяет учитывать расписание и привычки пользователей, например вечерние концерты или выходные фестивали.

Для реализации контекстной персонализации применяются методы машинного обучения и интеллектуального анализа данных. Одним из подходов является гибридная система рекомендаций, объединяющая коллаборативную фильтрацию и обработку контекстных признаков. Контекстные данные могут быть представлены в виде векторов признаков, которые добавляются к профилю пользователя и учитываются при расчёте сходства между пользователями и мероприятиями.

Практическая реализация такого подхода включает сбор и предобработку данных о мероприятиях и пользователях, интеграцию геолокационных сервисов и погодных API, а также оптимизацию алгоритмов выбора релевантных событий. Результаты тестирования показывают, что использование контекста повышает точность рекомендаций и уровень вовлечённости пользователей.

Таким образом, применение контекстных данных в рекомендательных системах является важным шагом для повышения качества и релевантности предложений, а также для создания более персонализированного и удобного пользовательского опыта.

Библиографический список

1. Фальк, К. Рекомендательные системы на практике / К. Фальк; перевод Д. М. Павлов. — Москва: ДМК Пресс, 2020. — 448 с.
2. Аггарвал Ч.Ч. Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. — Cham: Springer, 2018. — XXIII, 497 с.
3. Аггарвал Ч.Ч. Recommender Systems: The Textbook. — Cham: Springer, 2016. — XXI, 498 с.

ЭКСТРАКТИВНЫЙ ПОИСК НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОРПОРАТИВНЫХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АРХИТЕКТУРЫ ТРАНСФОРМЕРА

А.Д. Макеев, А.О. Уткин

МИРЭА – Российский технологический университет

Множество организаций сталкиваются с феноменом экспоненциального роста объемов неструктурированных текстовых данных. Внутренняя документация, технические отчеты и регламенты образуют информационный массив, критически важный для принятия решений. Традиционные поисковые системы, основанные на ключевых словах и простых алгоритмах, демонстрируют низкую точность при обработке сложных запросов на естественном языке, требующих глубокого семантического понимания контекста, что создает насущную потребность в более интеллектуальных инструментах, способных «понимать» содержание документов.

Перспективным направлением для решения проблемы являются интеллектуальные вопросно-ответные системы на основе архитектуры трансформера, которые способны извлекать точные ответы, напрямую оперируя смыслом запроса и содержания текстов.

Однако успешное внедрение таких систем в корпоративную среду сопряжено с рядом фундаментальных задач. Ключевой из них является необходимость адаптации предобученных языковых моделей к специфической предметной области и терминологии через процесс тонкой настройки. Качество итоговой модели в значительной степени зависит от правильного выбора значений гиперпараметров оптимизатора, при этом классические методы ручного подбора требуют значительных вычислительных ресурсов и временных затрат, что зачастую становится барьером для их практического применения. Для преодоления этих ограничений была разработана специализированная архитектура, реализующая экстрактивный подход к извлечению знаний.

Предлагаемая архитектура включает два основных взаимосвязанных модуля, такое разделение позволяет эффективно работать с большими объемами документов, преодолевая ограничения моделей-трансформеров на длину входной последовательности. Работа программного модуля на основе предлагаемой архитектуры начинается с предварительной обработки корпоративных документов. Исходные тексты проходят через этап сегментации, где разбиваются на перекрывающиеся фрагменты размером 400-600 символов. Оптимальный размер чанков должен быть определен экспериментальным путем как компромисс между сохранением контекстной целостности и обеспечением релевантности при семантическом поиске.

Каждый полученный фрагмент преобразуется в векторное представление. Для этого используется модель `multilingual-e5-small`, которая применяется для работы с русскоязычными текстами. Данная модель демонстрирует сопоставимое с более крупными аналогами качество при значительно меньших вычислительных требованиях, что делает ее кандидатом для развертывания в условиях корпоративной ИТ-инфраструктуры [1].

Процесс векторизации включает несколько этапов:

1. Нормализация текста.
2. Добавление домен-специфичных токенов для улучшения понимания специализированной терминологии.
3. Генерация векторных представлений с помощью трансформер-модели.
4. Нормализация векторов для оптимизации вычисления косинусного расстояния.

Полученные векторные представления сохраняются в векторной базе данных Chroma, которая обеспечивает эффективный поиск ближайших соседей в многомерном пространстве за счет использования алгоритма иерархической навигации в малом пространстве (HNSW) [2].

Когда пользователь формулирует запрос, он проходит аналогичную процедуру векторизации. После этого в векторном пространстве осуществляется поиск k наиболее релевантных фрагментов по косинусной мере сходства. Качество этого семантического поиска напрямую зависит от векторных представлений текстов, поэтому большое внимание уделяется этапу дообучения модели на специализированных корпоративных текстах. Найденные фрагменты формируют контекст, который передается на следующий этап обработки.

Для финального извлечения ответа используется модель ruBERT-base, дообученная на задаче поиска ответа в тексте. Особенностью модели является использование механизма внимания для определения наиболее релевантных частей контекста. Выходом модели являются два вектора вероятностей: P_start и P_end , определяющих для каждого токена вероятность быть началом и концом ответа соответственно, что позволяет точно локализовать отрезок текста, содержащий непосредственный ответ на вопрос пользователя [3].

В случае, если модель генерирует несколько кандидатов, осуществляется их последующее ранжирование по комбинированной метрике, учитывающей как внутреннюю вероятность, присвоенную моделью, так и семантическую близость кандидата к исходному вопросу, что обеспечивает дополнительный уровень отсева нерелевантных результатов.

В ходе исследования выявлено, что представленная архитектура интеллектуальной вопросно-ответной системы предлагает комплексное решение проблемы обработки больших объемов неструктурированных корпоративных данных. Сочетание эффективного семантического поиска, основанного на адаптированных векторных представлениях, и точного экстрактивного извлечения ответов позволяет преодолеть ограничения традиционных поисковых систем, работающих по ключевым словам.

Библиографический список

1. Wang L. et al. A Comparative Study of Open-Source and Commercial Embedding Models for Multilingual Tasks // Proceedings of the 2024 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. — 2024. — P. 1-15.
2. Демидов А. Similarity Search, Part 4: Hierarchical Navigable Small World (HNSW) [Электронный ресурс] // Towards Data Science. — 2020. — Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/similarity-search-part-4-hierarchical-navigable-small-world-hnsw-2aad4fe87d37>
3. Kuratov Yu., Arkhipov M. Adaptation of Deep Bidirectional Multilingual Transformers for Russian Language [Электронный ресурс] // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: Диалог. — 2019. — Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1905.07213>

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА ЭТАПЕ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Г.М. Михеев, А.А Кленов

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данном докладе рассматриваются ключевые методы и подходы к обеспечению надежности электронных средств (ЭС) на этапе конструирования, являющемся одним из наиболее важных для достижения высоких показателей безотказности и долговечности изделий.

Надежность электронных средств закладывается на этапе проектирования и конструкторской разработки. Используемые на этой стадии методы позволяют предотвратить возникновение отказов, вызванных конструкторскими недоработками, и минимизировать влияние внешних и внутренних дестабилизирующих факторов.

К основным методам обеспечения надежности на этапе конструирования относятся:

1. Резервирование – использование дополнительных элементов, узлов или связей для выполнения основной функции при отказе одного из элементов.

2. Тепловой расчет и проектирование систем теплоотвода – применение теплорассеивающих поверхностей, радиаторов, термопрокладок и вентиляторов для поддержания температурного режима компонентов в допустимых пределах.

3. Защита от механических воздействий – расчет на вибропрочность и ударопрочность, применение амортизаторов, демпфирующих материалов и рациональное крепление элементов.

4. Защита от климатических воздействий – выбор стойких материалов, нанесение защитных покрытий (лакировка, герметизация).

5. Электромагнитная совместимость (ЭМС) – экранирование, рациональная разводка печатной платы (разделение аналоговых и цифровых цепей, использование земляных полигонов), фильтрация цепей питания и ввода/вывода.

6. Прогнозирование надежности – расчет интенсивности отказов на основе стандартов и моделей для оценки и заблаговременного повышения показателя надежности изделия.

Замечания:

- Выбор конкретных методов и их комбинации зависит от назначения изделия, условий эксплуатации и технико-экономических требований.

- Эффективность методов обеспечения надежности значительно выше при их комплексном применении на ранних стадиях проектирования.

- Современные системы автоматизированного проектирования (САПР) предоставляют инструменты для моделирования тепловых режимов, анализа целостности сигналов и ЭМС, что позволяет внедрять методы обеспечения надежности непосредственно в процесс конструирования.

Применение системного подхода к обеспечению надежности на этапе конструирования позволяет создать конкурентоспособные, отвечающие современным требованиям электронные средства.

Библиографический список

1. Справочник по надежности электронных средств / Под ред. И.В. Кудрявцева. – Москва: Радио и связь, 2018. – 480 с.

2. Технологические основы обеспечения надежности радиоэлектронной аппаратуры: учебное пособие / В.П. Ануфриев, С.И. Петров. – СПб.: Лань, 2021. – 288с.

3. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств: учебник для вузов / Е.И. Перов. – М.: Горячая линия–Телеком, 2019. – 396 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРОЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Д.А. Михин

Научный руководитель – Алексеев В.В., д.т.н., профессор

Тамбовский Государственный Технический Университет

В последние годы наблюдается тенденция внедрения технологий обработки естественного языка в информационные системы [1]. Одним из перспективных направлений является использование семантического анализа текстовой информации, который позволяет извлекать знания из неструктурированных источников, таких как отчеты о работе, научные публикации, инструкции и нормативные документы. Применение подобных методов дает возможность автоматизировать анализ данных, выявлять скрытые направления модернизации элементов и изменения состава системы, а также обосновывать управленческие решения в организационно-технических системах (ОТС).

В докладе анализируются основные существующие методы обработки текстовых данных и определяется их применимость для автоматизации процессов управления структурой и модернизацией элементов ОТС.

В частности, был проведен сравнительный анализ таких методов, как TF-IDF (Term Frequency – Inverse Document Frequency, Частота слова – Обратная частота документа), векторного представления слов (Word Embeddings) и тематического моделирования на примере метода LDA (Латентное размещение Дирихле). Было установлено, что метод TF-IDF позволяет эффективно выделять наиболее значимые термины в документах и применять их для первичной фильтрации информации, однако не учитывает контекст и смысловые связи между словами. Методы векторного представления обеспечивают учет контекста и позволяют выявлять синонимичные и смежные понятия, что делает их более пригодными для анализа сложных технических текстов. Тематическое моделирование позволяет достичь лучших результатов при выявлении общих закономерностей и трендов в массиве документов, но требует значительных вычислительных ресурсов и тщательной настройки параметров модели.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что для достижения лучшего результата необходимо комбинированное применение нескольких методов:

- TF-IDF для выделения ключевых терминов;
- векторного представления слов для анализа контекстных связей;
- тематического моделирования для группировки текстов по смысловым группам.

Такой подход позволяет повысить точность выделения признаков, указывающих на необходимость модернизации элементов ОТС, и обеспечить их корректную интерпретацию при последующем принятии решений в рамках задачи управления структурой ОТС.

В рамках работы также была составлена схема получения рекомендаций относительно модернизации состава организационно-технической системы с учетом внедрения модуля семантического анализа. Следует отметить, что данный подход

применим для всех типов СППР по уровням процессов принятия решений: индивидуальных, групповых, организационных и межорганизационных [2].

Внедряемый модуль семантического анализа имеет следующий функционал: на вход модуль принимает эксплуатационные отчеты, нормативно-техническую документацию и научные публикации, после чего выполняет извлечение признаков, формирует смысловые связи между понятиями и элементами ОТС и передает результаты в модуль принятия решений.

Таким образом, была доказана целесообразность комбинированного применения методов обработки текстовых данных в рамках модуля семантического анализа при разработке СППР для управления структурой организационно-технических систем.

Библиографический список

1. Юлдашева О.У., Погребова О.А., Артюнин А.Д. Технологии обработки естественного языка в маркетинге: области применения и решаемые задачи // Российский журнал менеджмента. – 2025. – Том 23 № 2. – С. 249-270 с.
2. Алексеев В.В. Моделирование информационного воздействия на эргатический элемент в эрготехнических системах. – М.: изд. «Стэнвилл», 2003. – 200 с.

РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ 3D-МОДЕЛИ ТИПОВОГО КОРПУСА ДЛЯ ПЛАТЫ ARDUINO В SOLIDWORKS

О.В. Покровский, А.Е. Булавченков

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В статье рассматривается актуальная задача автоматизации процесса проектирования вспомогательных компонентов для электронных устройств на этапе быстрого прототипирования. Предложено решение на основе создания параметрической 3D-модели корпуса для популярных платформ Arduino^[2], позволяющее динамически адаптировать геометрию под конкретную модификацию платы.

Широкая популярность платформ Arduino в образовательных, научных и инженерных проектах сталкивается с необходимостью разработки индивидуальных корпусов для защиты электронных компонентов и обеспечения монтажа. Традиционное моделирование для каждой платы отдельно является рутинной и времязатратной операцией, что замедляет итерационный процесс создания устройства. Таким образом, существует потребность в универсальном инструменте, способном ускорить данный этап.

Основная идея работы заключается в создании универсальной параметрической модели корпуса для платформ Arduino, позволяющей существенно сократить временные затраты на проектирование конструкций для различных модификаций плат. Широкое распространение платформ быстрого прототипирования в учебном процессе и при создании опытных образцов РЭС обуславливает практическую значимость разработки.

Предложенный путь решения основан на применении параметрического моделирования в среде SolidWork^[1] с выделением ключевых геометрических параметров плат, таких как габаритные размеры, расположение монтажных отверстий, координаты разъемов питания и портов ввода-вывода, и установлением математических зависимостей между ними. Это позволяет осуществлять

автоматическое перестроение геометрии корпуса при изменении исходных данных. Методика включает детальный анализ геометрических характеристик стандартных плат Arduino, создание дерева построения параметрической модели и настройку зависимостей между параметрами с использованием уравнений и логических операций. Особое внимание уделено обеспечению целостности модели при любых допустимых изменениях входных параметров.

Разработанная параметрическая модель обладает гибкой архитектурой, которая позволяет пользователю вручную или путем выбора из предустановленного списка задать тип платы (Uno, Nano, Mega и др.). На основе этого выбора система автоматически применяет соответствующий набор геометрических параметров. Модель будет адаптироваться для плат Arduino Uno, Nano и Mega, сохраняя функциональность и правильное расположение всех критически важных элементов.

Проведенное исследование и его результаты подтверждают эффективность предложенного подхода для задач быстрого прототипирования. Универсальность модели открывает широкие возможности ее использования как в образовательном процессе для обучения основам параметрического моделирования и проектирования корпусов, так и в профессиональной разработке при создании макетов и опытных образцов радиоэлектронной аппаратуры. Дальнейшее развитие работы предполагает расширение библиотеки параметрических моделей для других популярных электронных платформ (например, ESP32, Raspberry Pi Pico) и добавление вариантов исполнения с различной степенью защиты от пыли и влаги (IP-рейтинг), а также разработку модулей для крепления радиаторов и внешних антенн.

Библиографический список

1. SolidWorks User Guide. Official Documentation. – 2024. – 320 с.
2. Arduino Hardware Reference [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage>

МЕТОДИКА ТРЕХМЕРНОГО ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ T-FLEX CAD 15

Н.А. Поляков, В.Ю. Ерохин

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается методика эффективного проектирования сложных технических изделий в параметрической среде T-FLEX CAD 15. Актуальность работы обусловлена растущими требованиями к скорости и качеству проектно-конструкторских работ в условиях цифровой трансформации промышленности. Основное внимание уделяется системному подходу к созданию параметрических моделей, обеспечивающих высокую гибкость и адаптивность при внесении изменений в конструкторскую документацию.

Предлагаемая методика включает последовательность этапов: от разработки параметрического эскиза с установлением геометрических и размерных зависимостей до создания трехмерной твердотельной модели сборки. Особое значение придается использованию переменных и уравнений для централизованного управления ключевыми параметрами модели, что позволяет быстро генерировать ее модификации на основе исходного прототипа. Рассматриваются практические аспекты применения

методики, такие как построение ассоциативных связей между компонентами сборки и автоматизация получения чертежей по модели.

Проведенные исследования демонстрируют, что применение описанной методики позволяет существенно сократить временные затраты на этапе проектирования и переконструирования изделий по сравнению с использованием непараметрических CAD-систем. Делается вывод о высокой эффективности методики для применения в научных исследованиях и промышленном проектировании.

Библиографический список

1. T-FLEX CAD 15. Руководство пользователя. – Топ Системы, 2024. – 1500 с.
2. Иванов К.Л. Параметрическое проектирование в машиностроении: теория и практика. – М.: Машиностроение, 2023. – 256 с.

ВЕКТОРИЗАЦИЯ ЭСКИЗОВ КОРПУСОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Н.И. Пышкин, А.А. Самсонов

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данной докладе рассматривается применение векторизации к эскизам корпусов электронных средств.

Векторизация — это процесс преобразования растрового изображения (состоящего из пикселей) в векторное представление (состоящее из точек, линий и кривых, описываемых математическими формулами). Этот подход позволяет преобразовать эскизы корпусов электронных средств, изображённых в растровом представлении, например, фотографии или отсканированные изображения эскизов, в программу САПР или векторный файл. [1]

Векторные изображения имеют ряд преимуществ над растровыми. Во-первых, векторные изображения не теряют качества при масштабировании, так как их форма определяется математическими уравнениями. Это обеспечивает высокую точность геометрических элементов, что критически важно для изготовления деталей. Во-вторых, каждый элемент векторного чертежа (линия, контур) является отдельным объектом, который можно легко модифицировать, перемещать или удалять, что значительно упрощает процесс внесения изменений. В-третьих, векторные файлы, как правило, занимают меньший объем памяти по сравнению с растровыми изображениями сопоставимой визуальной сложности, поскольку хранят не информацию о каждом пикселе, а только параметры примитивов. [2]

Полученные в процессе векторизации изображения совместимы с различными САПР, благодаря чему в разы ускоряется процесс проектирования корпусов электронных средств из-за способности многих САПР преобразовывать 2D-чертежи в 3D-модели.

Таким образом, применение методов векторизации для обработки эскизов корпусов электронных средств является эффективным способом автоматизации и ускорения процесса проектирования. Выбор конкретного алгоритма векторизации должен определяться характером исходного изображения и требуемой точностью.

Библиографический список

1. Дворников Н.С. Метод векторизации растровых изображений // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2006. — 5 с.

2. Глазачева А. А. Метод векторизации растровых изображений на основе определения семантики // Выпускная квалификационная работа бакалавра. Санкт-Петербург: СПбПУ, 2024. – 57 с.

МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

А.В. Рогатин

Научный руководитель – Цуканова Н.И., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Машинное обучение предлагает принципиально новые подходы к решению фундаментальных проблем верификации логических схем, связанных с экспоненциальным ростом количества возможных состояний. Традиционные методы тестирования, включая функциональное тестирование с полным перебором входных комбинаций, случайное тестирование без гарантий покрытия и эталонное тестирование с жесткими требованиями к эталонной реализации, демонстрируют свою ограниченность при работе со сложными цифровыми устройствами.

Алгоритмы искусственного интеллекта позволяют кардинально модернизировать каждый из этих подходов. Для функционального тестирования машинное обучение обеспечивает целевой отбор репрезентативных тестовых воздействий, сокращая объем проверок при сохранении качества верификации. В случае случайного тестирования решается проблема отсутствия оракула через автоматический синтез верификационных правил на основе анализа формальных спецификаций. Что касается эталонного подхода, то здесь машинное обучение позволяет расширить базу эталонов за счет распознавания функционально эквивалентных схемных решений.

Особую практическую значимость эти методы приобретают в образовательном контексте, где требуется эффективная проверка различных корректных реализаций одной и той же логической функции. Интеллектуальные системы способны анализировать структурные паттерны студенческих работ и идентифицировать функционально эквивалентные варианты построения схем.

Наиболее перспективным направлением развития представляется создание гибридных систем верификации, которые комбинируют автоматическую генерацию эталонных функций на основе формальных требований с адаптивным интеллектуальным подбором тестовых данных. Такие системы способны динамически формировать оптимальные стратегии тестирования для различных классов логических схем, создавая универсальный и эффективный инструмент верификации, адаптирующийся к архитектурной сложности и функциональному назначению проверяемых устройств.

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ПАТТЕРНОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ И КЛЮЧЕВЫХ МЕТРИК ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЦИФРОВОГО СЛЕДА

С.И. Сайдикаримов

Научный руководитель – Тонкович И.Н., к.х.н., доцент

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

В работе рассматривается проблема выявления взаимосвязи между поведенческими паттернами пользователей и ключевыми метриками электронной коммерции на основе анализа цифрового следа. Современные методы аналитики часто не учитывают сложные нелинейные зависимости между действиями пользователей и результатами работы онлайн-платформ.

Цель исследования – разработка модели, позволяющей определять и интерпретировать закономерности поведения, влияющие на конверсию, удержание и средний чек. Предлагается применение методов машинного обучения и поведенческого моделирования для анализа цифрового следа и построения интерпретируемых прогнозных зависимостей. Результаты могут быть использованы для совершенствования аналитических инструментов и поддержки управленческих решений в сфере электронной коммерции.

Цифровизация экономики изменила подход к управлению бизнесом: ключевым ресурсом становятся данные о поведении пользователей [1]. Электронная коммерция активно использует этот потенциал. Однако многие компании не могут эффективно выявлять взаимосвязи между действиями клиентов и результативными показателями – конверсией, удержанием и средним чеком. Основная сложность заключается в огромном объеме и разнородности цифрового следа – данных о кликах, просмотрах, времени пребывания на сайте, реакции на уведомления и т.д. Традиционные статистические методы не позволяют выявлять причинно-следственные зависимости, что приводит к интуитивным управленческим решениям и снижению эффективности маркетинга.

Рост объемов цифровых данных и конкуренции делает необходимым переход к интеллектуальному анализу поведения пользователей. Компании стремятся не просто собирать статистику, а понимать, какие действия ведут к росту ключевых метрик.

Для этого требуется использование методов машинного обучения, кластеризации и анализа последовательностей действий. При этом важно сохранять интерпретируемость моделей, чтобы маркетологи и аналитики могли объяснять результаты и применять их на практике.

Дополнительное значение приобретают этические аспекты: обработка цифрового следа должна учитывать принципы конфиденциальности и безопасности, чтобы сохранить доверие пользователей и избежать правовых рисков.

Цель исследования – построение модели, выявляющей взаимосвязь между поведенческими паттернами пользователей и ключевыми метриками электронной коммерции.

Для достижения цели решаются следующие задачи [2]:

- классификация цифрового следа пользователей по видам активности;
- выделение типовых паттернов с помощью методов машинного обучения;
- построение моделей, связывающих поведение с бизнес-показателями;
- оценка точности и интерпретируемости полученных моделей;

- разработка рекомендаций для использования результатов в аналитических системах и персонализации маркетинга.

Предполагается, что созданная модель позволит [3]:

- точнее прогнозировать изменения метрик (конверсия, удержание, средний чек);
- повысить эффективность управленческих решений;
- внедрить автоматизированные инструменты анализа поведения пользователей.

Результаты могут применяться при разработке интеллектуальных аналитических платформ, систем персонализации и поддержки маркетинговых стратегий [4].

Исследование направлено на решение важной задачи – моделирование взаимосвязей между поведением пользователей и результативностью электронной коммерции. Научная новизна заключается в интеграции методов машинного обучения и поведенческой аналитики для интерпретации цифрового следа. Практическая значимость определяется возможностью применения модели в бизнес-процессах, что способствует росту эффективности и развитию персонализированных цифровых экосистем.

Библиографический список

1. Андреев А.А. Аналитика больших данных в электронной коммерции. – М.: Наука, 2022. – 248 с.
2. Иванов И.П., Смирнов К.Е. Моделирование поведения пользователей интернет-платформ. – СПб.: Питер, 2021. – 312 с.
3. Костин В.В. Методы и инструменты анализа цифровых следов пользователей в интернет-маркетинге. – М.: Финансы и статистика, 2020. – 196 с.
4. Шевченко Н.С., Романов А.А. Поведенческая аналитика в электронной коммерции: технологии и перспективы развития // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2021. – № 7(139). – С. 45–52.

ШУМ В ЗАДАЧАХ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

А.Н. Сапрыкин

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Глобальная оптимизация представляет собой фундаментальную задачу в широком спектре научных и инженерных дисциплин — от машинного обучения до проектирования сложных технических систем. Цель таких задач — найти глобально оптимальное наилучшее решение в пространстве параметров, часто многомерном и сложном по структуре. Однако на практике большинство реальных задач оптимизации сталкиваются с фундаментальной проблемой: целевая функция, подлежащая оптимизации, редко доступна в детерминированном и точном виде. Вместо этого она может быть искажена различными источниками неопределённости, объединёнными под общим термином «шум».

Шум в контексте оптимизации — это любое случайное или систематическое отклонение, которое приводит к неточности в оценке качества кандидатного решения. Его присутствие затрудняет сходимость алгоритмов, снижает надёжность получаемых решений и может даже привести к сходимости к ложным оптимумам. В условиях роста сложности моделей и увеличения зависимости от данных, особенно в задачах, основанных на измерениях, симуляциях или реальных экспериментах, учёт и устойчивость к шуму становятся не просто желательными, а необходимыми

свойствами современных оптимизационных методов. Поэтому исследование природы шума, его классификации и разработка робастных алгоритмов, способных эффективно работать в зашумлённых условиях, представляет собой актуальную и значимую научную задачу.

В рамках задач глобальной оптимизации можно выделить три основные категории шума, различающиеся по происхождению и характеру влияния на процесс поиска решения.

Первый тип — шум в обучающих или измерительных данных. Во многих приложениях машинного обучения и оптимизации модель системы строится на основе эмпирических данных: наборов входных сигналов и соответствующих им измеренных откликов. Такие данные используются для оценки целевой функции, например, при обучении классификаторов (прогнозирование поведения потребителей на основе опросов), в генетическом программировании (где симулированные сценарии служат обучающими примерами) или при аппроксимации функций по парам (x, y) (с помощью нейронных сетей или символьной регрессии). Поскольку любые измерения неизбежно содержат погрешности — обусловленные ограниченной точностью приборов, внешними помехами или человеческим фактором — целевая функция, основанная на таких данных, становится стохастической. Это вносит неопределённость уже на этапе оценки качества кандидатных решений.

Второй и третий типы шума проявляются уже на этапе реализации и эксплуатации оптимального решения. Реализационный шум возникает из-за несовершенства производственных или исполнительных процессов: даже при точном следовании оптимальному плану возможны незначительные отклонения в параметрах (например, в составе материалов, геометрии изделия или настройках оборудования). Внешние возмущения связаны с изменчивостью условий эксплуатации: оптимальное решение, полученное в идеализированных условиях моделирования, может вести себя непредсказуемо в реальном мире, где присутствуют неучтённые факторы — погодные условия, нагрузки, взаимодействие с другими системами и т.п.

Для решения оптимизационных проблем, связанных с шумом, были разработаны многочисленные робастные алгоритмы глобальной оптимизации. К ним относятся модифицированные генетические алгоритмы, эволюционные стратегии, а также стохастические методы, такие как рой частиц с шумоустойчивыми операторами. Эти подходы стремятся не только найти оптимум, но и обеспечить его устойчивость к различным типам неопределённости. Они обладают достаточной общностью и гибкостью, чтобы быть эффективно применёнными и в других прикладных областях, где оптимизационные процессы подвержены стохастическим возмущениям.

В частности, предложенные методы могут быть интегрированы в алгоритмы многопутевой маршрутизации и балансировки трафика в программно-конфигурируемых сетях, где неопределённость возникает как из-за изменчивости сетевой нагрузки и задержек, так и вследствие неточностей в измерении характеристик каналов связи. Это открывает возможность для повышения робастности решений, получаемых в работах [1-3]. Адаптация шумоустойчивых стратегий к указанным задачам позволит повысить стабильность и эффективность функционирования сетевых систем в условиях реальной нестационарной среды.

Библиографический список

1. Перепелкин Д.А. Интеллектуальная многопутевая маршрутизация в программно-конфигурируемых сетях на основе алгоритма миграции стаи птиц / Д. А. Перепелкин,

М. А. Иванчикова, В. Т. Нгуен // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2022. – № 82. – С. 44-59.

2. Перепелкин Д.А. Исследование и анализ процессов многопутевой маршрутизации и балансировки потоков данных в программно-конфигурируемых сетях на основе генетического алгоритма / Д.А. Перепелкин, В.Т. Нгуен // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2022. – № 79. – С. 31-48.

3. Перепелкин Д.А. Нейросетевая многопутевая маршрутизация в программноконфигурируемых сетях на основе алгоритмов оптимизации муравьиной колонии / Д.А. Перепелкин, В.Т. Нгуен // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2024. – № 89. – С. 39-55.

4. Beyer H.-G., Sendhoff B. Robust optimization – A comprehensive survey // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. – 2007. – Vol. 196, № 33–36. – P. 3190–3218.

5. Jin Y., Branke J. Evolutionary optimization in uncertain environments – A survey // IEEE Transactions on Evolutionary Computation. – 2005. – Vol. 9, № 3. – P. 303–317.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

В.С. Скоз

Научный руководитель – Скоз Е.Ю., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается возможности использования информационных технологий в технологии гальванических покрытий в микроэлектронике.

Поскольку электронные компоненты становятся все более миниатюрными и сложными, необходимость защиты от таких факторов окружающей среды, как влага, пыль и колебания температуры, становится особенно важной [1].

Развитие и совершенствование гальванических покрытий в микроэлектронике определяется не только материаловедением, оно все более связано с интеллектуальной автоматизацией и прогнозированием. От новейших медных сплавов до улучшенного контроля качества с помощью искусственного интеллекта — в отрасли внедряются новейшие исследования, которые способствуют совершенствованию производства. Эти разработки позволяют быстрее, чище и точнее производить микроэлектронные устройства [2].

Использование импульсного гальванопокрытия в микроэлектронике, дает возможность осуществлять контроль за толщиной осаждения, зернистостью структуры и уровнем примесей одновременно. Применение искусственного интеллекта в этом процессе позволяет корректировать параметры формы сигнала, такие как длительность импульса включения/выключения и рабочий цикл, на основе непрерывного ввода данных от датчиков и систем визуализации в режиме реального времени. Это особенно важно для подложек со сверхузкими линиями и сложной трехмерной топографией. Обучая ИИ на исторических данных о дефектах, производители могут прогнозировать и уменьшать пустоты в гальваническом покрытии, перекрытие или неоднородность отложений. Эти системы могут даже рекомендовать новые химические составы ванн и настройки температуры для оптимизации скорости нанесения покрытия при минимизации энергопотребления.

Таким образом достигается двойная выгода: повышение производительности и снижение эксплуатационных затрат.

Встроенные системы контроля на основе искусственного интеллекта значительно повышают качество нанесенных покрытий в микроэлектронике. Эти системы используют камеры высокого разрешения, спектральные датчики и алгоритмы искусственного интеллекта для обнаружения субмикронных дефектов во время процесса нанесения покрытия, а не послеоперационный контроль. Модели обнаружения аномалий в реальном времени, обученные на обширных библиотеках изображений, смогут различать как косметические дефекты, так и критические неисправности, гарантируя, что к следующему этапу перейдут только высококачественные носители. Кроме того, глубокое обучение позволяет этим системам со временем повышать точность классификации, создавая самоулучшающийся цикл контроля качества. Это не только снижает процент брака, но также уменьшает доработку и время простоя, что способствует повышению производительности.

Таким образом, ИИ становится одним из главных инструментов в разработке новых химических покрытий в электронике, позволяя ускорить процесс создания новых материалов, оптимизировать химические реакции и разрабатывать экологически чистые технологии.

Кроме того, ИИ открывает новые возможности для создания экологически чистых и устойчивых химических процессов. Путем моделирования и анализа жизненного цикла химических соединений, ИИ может помочь в разработке материалов, которые легко разлагаются в окружающей среде или могут быть переработаны. Это способствует снижению негативного воздействия промышленности на экологию.

Библиографический список

1. Фил Киннер/пер. С. Шихов, Конформные покрытия для жестких условий эксплуатации, Технологии в электронной промышленности, № 4'2020, https://a-contract.ru/fileadmin/pdf_articles/04-2020_ТвЭП.
2. Покрытие электронных устройств для защиты от влияния окружающей среды, <https://www.elec.ru/publications/tsifrovye-tekhnologii-svjaz-izmerenija/5022/>

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕЛЕГРАФНЫХ КАНАЛОВ

Д.И. Түфлейкин

Научный руководитель – Шибанов В.А., к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

При передаче информации с помощью тональных телеграфных сигналов одной из задач является проверка корректности работы и исправности каналов. Для этого выполняется изменение сигналов тональной частоты. Вплоть до настоящего времени для портативной проверки тональных сигналов используются приборы П-321 выпущенные еще в советское время. Они в силу возраста имеют достаточно высокую погрешность и нуждаются в частой калибровке. При этом они могут измерять каналы тональной частоты (ТЧ), но не могут измерять цифровые телеграфные сигналы.

Автором разработан программно-аппаратный комплекс для измерения телеграфных сигналов на основе современной элементной базы отечественного производства.

При этом аппаратная часть комплекса может работать в автономном режиме независимо от компьютера. Это необходимо для тестирования каналов связи, где использование компьютеров невозможно или запрещено.

Вычислительная часть аппаратного комплекса реализована на микроконтроллере K1946BM014 от АО «НИИЭТ». Данное изделие внесено в реестр российской промышленной продукции (ПП РФ №719).

Применение комплекса обеспечивает повышение точности и оперативности (по сравнению с устаревшими моделями приборов) при измерении телеграфных каналов. Использование программных средств в сочетании с аппаратным модулем предоставляет гибкость в настройке и визуализации измерений. Реализованный программно-аппаратный комплекс является эффективным инструментом для измерений телеграфных каналов и может быть рекомендован для внедрения в телекоммуникационные предприятия, занимающиеся техническим обслуживанием и мониторингом каналов передачи данных.

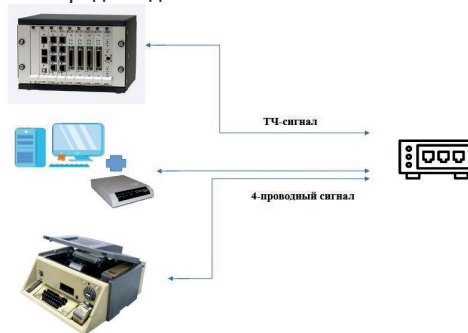


Рисунок 1 – Схема работы комплекса в автономном режиме

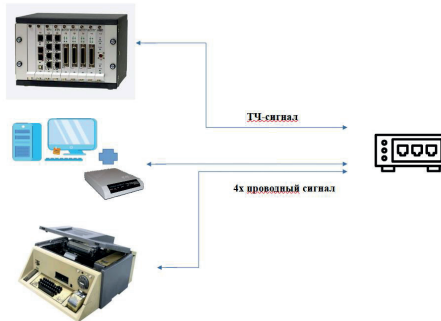


Рисунок 2 – Схема работы комплекса с использованием компьютера

Библиографический список

1. Измерительный прибор типа П-321. Техническое описание и инструкция по эксплуатации РИ2.700.005 ТО — 5 стр.
2. М. И. Бочаров. ФОРМИРОВАНИЕ РАДИОСИГНАЛОВ Часть 1. - 52 с.
3. Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей, 2004 – 29 с.

Содержание

Секция 5

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Акатов К.Д., Фибих М.Е.	3
СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕКТОРНОЙ И РАСТРОВОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭСКИЗА КОРПУСА ЭЛЕКТРОННОГО СРЕДСТВА В GIMP	
Башкин Ф.И., Скворцов С.В.	4
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РЕЧЕВЫХ ЗАПРОСОВ В ТЕКСТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОКАЛЬНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ	
Бирюкова Д.А., Белоножкин Д.С.	5
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ В 2D РЕДАКТОРАХ	
Борzych Д.А.	6
МОДУЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	
Васильев К.А., Алексеева К.В.	7
ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ САПР КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
Веркин С.А.	8
ПРОБЛЕМА ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫХ СООБЩЕНИЙ В СИСТЕМНЫЕ КОМАНДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕК МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	
Графкина К.В.	9
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ И РЕГИСТРАЦИИ ВЛАДЕЛЬЦЕВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	
Грошев В.В.	11
ОПТИМИЗАЦИЯ ДЛИНЫ СОЕДИНЕНИЙ МЕЖДУ МОДУЛЯМИ ЭВС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ	
Засульская А.П.	12
ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ САПР T-FLEX В СОЗДАНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ И ТРЁХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ	
Засульская А.П.	14
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	
Звягина М.Н., Панарина А.В.	15
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ SOLIDWORKS 2020 ДЛЯ СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛЕЙ	
Инкирёв И.А.	17
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ СО СРЕДОЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
Корячко А.В., Сапрыкин А.Н.	18
ВНЕШНЕЕ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМАХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ	
Костяева А.М.	20
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКОГО И МЕМЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМОВ	
Мамедов А.Д.	21
ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СЕРВИСА АВТОМАТИЧЕСКОГО СОЗДАНИЯ ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ И ОТЗЫВЫ КЛИЕНТОВ МАРКЕТПЛЕЙСА	

Матросова В.О.	23
АНАЛИЗ ОШИБОК РАСПОЗНАВАНИЯ БЫТОВОЙ РЕЧИ ПРИ ЛИНГВИСТИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЧАТ-БОТА	
Нгуен Д.Х.	25
АРХИТЕКТУРА ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ДВУМЯ ВЫХОДАМИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
Новикова К.С.	27
ИЗМЕНЕНИЯ В C++ И АНАЛИЗ НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭТОГО ЯЗЫКА В СФЕРЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ	
Новикова К.С.	28
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	
Новикова К.С., Засульская А.П.	29
РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА ЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА И ЕГО ЭСКИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 2Д ГРАФИКИ	
Плешков Б.Д., Крошилин А.В.	30
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВИРТУАЛЬНОГО АССИСТЕНТА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ	
Попова А.С.	31
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIG DATA ДЛЯ АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ КЛИЕНТОВ И ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ОПЕРАЦИЙ В ТУРИСТИЧЕСКОЙ СФЕРЕ	
Пустовалова М.А.	34
ОЦЕНКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ДОСТОВЕРНОСТИ ИИ-ПЕРЕВОДА НОВОСТНЫХ ТЕКСТОВ	
Рамушкин И.В., Новичков М.С.	36
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
Сапрыкин А.Н.	37
МЕТЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ В ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ	
Сапрыкина А.О.	39
ОБЛАЧНЫЕ САПР В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ	
Сапрыкина А.О.	41
ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОДА	
Сапрыкина А.О., Кучерова А.П.	42
ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ПЕРЕВОДЧИКА	
Светиков Д.М.	44
СРАВНЕНИЕ РОЕВЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ	
Сидоров А.С.	45
РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРОЦЕССА ОПТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ БУТЫЛОЧНЫХ КРЫШЕК В ISAAC SIM	
Скворцов С.В., Замешаев Д.В.	46
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ МОДУЛЕЙ	
Соколов Н.А., Скворцов С.В.	47
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ВИДЕОАНАЛИТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	
Ушко Д.А., Дергунов Д.Г.	49
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛЕЙ	
Чижов А.Д.	50
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПАЯЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ФЛЮСОВ	
Чиняев М.А., Щербаков Н.В.	51
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ В САПР SPRINT LAYOUT	

Шапоренко А.С.

53

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Секция 6**АППАРАТНО – ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА****Аверин Н.С.**

55

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ YOLO11

Агеев А.А.

56

АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ОТЧЕТНОСТИ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПЛАТФОРМЫ ODANT

Антонов И.И.

57

РАЗРАБОТКА ТОТР-ТОКЕНА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ АУТЕНТИФИКАЦИИ

Ахадов П.Р.

58

ЧЕМ ОБУСЛОВЛЕНА ПОПУЛЯРНОСТЬ LLM НЕЙРОСЕТЕЙ

Безверхний О.Б.

59

СОВРЕМЕННЫЕ ДВИЖКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Бекренев В.О., Меркулова С.М.

60

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАШБОРДОВ ДЛЯ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ

Беляев Е.Ю.

62

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ШКОЛЬНОГО РАСПИСАНИЯ

Бородина Ж.А., Вервинский Л.В.

65

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОДУКТОВ

Бурцев Н.В.

66

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МУЗЫКАЛЬНОГО ЗВУКОВОГО СИГНАЛА

Евдокимов А.В.

67

АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ МРТ ГОЛОВНОГО МОЗГА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОСТРОГО ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

Желнов Д.С.

69

РАЗРАБОТКА TELEGRAM-БОТА ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ ОПОВЕЩЕНИЙ ОТ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

Касельский М.П.

70

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАТФОРМЫ QT

Клычников Н.С., Тишкина В.В.

71

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Кузнецов Д.А., Жулева С.Ю.

72

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ В РАСПРЕДЕЛЁННЫХ СИСТЕМАХ

Леоненко А.Р. ИНТЕГРАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ В СИСТЕМУ ПРИЕМА АБИТУРИЕНТОВ В ВУЗ	74
Луканов С.Ю. ОСОБЕННОСТИ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ	76
Луковкин И.В. РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СФЕРЫ ТОРГОВОГО БИЗНЕСА	78
Макаров Д. А. ФРЕЙМВОРКИ КАК ОТРАЖЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ ВО ФРОНТЕНД- РАЗРАБОТКЕ	78
Маликова А.В. ОБНАРУЖЕНИЕ НЕФТЯНЫХ ПЯТЕН НА ВОДЕ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ YOLO V11	81
Марков Н.А. ВЫБОР ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОГО ВЕБ-САЙТА ДЛЯ ВЫБОРА НОУТБУКА	83
Мокшин К.Ю. МЕТОД ГИБРИДНОГО ПРИМЕНЕНИЯ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ И СТРУКТУРИРОВАННЫХ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ МИНЗДРАВА РФ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕЛЕВАНТНОСТИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ	84
Молодыко К.А. МЕТОД ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РОЕВОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ	85
Назаров Н.А. МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПРОЦЕДУРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ТРЁХМЕРНЫХ СЦЕН	86
Панов Я.С. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ РЕСТОРАНА	87
Потемкина Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ В БАЗАХ ЗНАНИЙ	89
Рубан А.А. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ WCAG ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	90
Сапрыкин А.Н. МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА ЦВЕТОВОЙ ПАЛИТРЫ ДЛЯ ОБЛАЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	92
Селиванова Л.А. НЕИНВАЗИВНЫЙ ГЛЮКОМЕТР ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ С БЕСПРОВОДНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ	94
Семкина В.Д. РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ ДЛЯ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ	96
Симонов И.Ю. ОБЗОР РЕШЕНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ГОЛОСОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛУЖБ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	98
Стельмах И.В. ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМАТИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПОВСЕМИСТНОЙ ПРАКТИКЕ	99

Тарасов В.С.	100
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА МОНИТОРИНГА И КОРРЕКЦИИ КЛИНИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ВРАЧЕЙ	
Тургин Г.А.	101
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ QCUSTOM PLOT ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ ТЕЛЕМЕТРИИ	
Харитонов А.А.	103
АРХИТЕКТУРА ВСТРАИВАЕМОГО ИИ-МОДУЛЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ	

Секция 7

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Губанов И.В.	105
МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПОЗИЦИИ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ	
Елатников Н.В., Скворцов С.В.	106
АРХИТЕКТУРА МИКРОСЕРВИСНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЯ В ВИДЕОПОТОКАХ	
Журавлев В.Е.	108
ПОДХОД К НАЧАЛЬНОЙ КАЛИБРОВКЕ ВНЕШНИХ ПАРАМЕТРОВ КАМЕР В МНОГОКАМЕРНОЙ СИСТЕМЕ С ПОМОЩЬЮ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ PNP НА ОСНОВЕ МЕТОК APRILTAG	
Иванчук Д.Р., Иванчук А.Ю., Фомченков С.А.	110
РАСЧЕТ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДИФРАКЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОПТИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ	
Карамзин В.А.	112
КЛЮЧЕВАЯ РОЛЬ СЕНСОРНОГО ВОСПРИЯТИЯ В АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ	
Кацер А.В.	113
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИИ ШУМОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ	
Лютиков Н.А., Овечкин Г.В.	114
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАПОЛНЕННОСТИ САЛОНА ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА	
Соколов К.И., Макарова Н.В.	115
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ КОРРЕКЦИИ СМАЗА И РАСФОКУСИРОВКИ НА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ	

Секция 8

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Антипина А.В., Митогуз С.С.	117
АССОЦИАТИВНАЯ ЗАЩИТА КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ	
Антонушкина С.Д.	119
АНАЛИЗ ПОДХОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ РАЗМЫТИЯ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	

Бодров О.А., Андреев Д.А., Авдеев К.В.	120
МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА	
Бракаренко А.И., Богатырев И.В.	121
СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМА ГРОВЕРА С КЛАССИЧЕСКИМИ АЛГОРИТМАМИ В НЕСТРУКТУРИРОВАННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ	
Вендин А.С., Ларюков С.А.	122
НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ДАННЫМ КА «SENTINEL-2»	
Горобченко А.С.	124
ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ИЗМЕНЕНИЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ПЛОЩАДНОЙ СЪЁМКИ	
Гусев С.И., Ушенкин В.А.	125
АЛГОРИТМ БОРТОВОГО СЖАТИЯ РАДИОГОЛОГРАММ С УМЕНЬШЕННЫМИ ПОТЕРЯМИ НА ОСНОВЕ НЕРАВНОМЕРНОГО БЛОЧНО-АДАПТИВНОГО КВАНТОВАНИЯ И ЭНТРОПИЙНОГО КОДИРОВАНИЯ	
Гусев С.И., Ушенкин В.А.	127
УТОЧНЕНИЕ УГЛОВОЙ ОРИЕНТАЦИИ РАДИОЛОКАЦИОННОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СФОРМИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
Егин М.М., Князьков П.А.	128
АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЛИНИЙ ПОРЕЗА МОЗАИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	
Егин М.М., Князьков П.А.	130
ПРОГРАММНЫЙ КОМПОНЕНТ АНАЛИЗА ДЕФЕКТОВ ЛИНИИ ПОРЕЗА МОЗАИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
Ермаков Н.А.	131
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВИЗУАЛЬНО ЗАМЕТНОЙ ОШИБКИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО СОВМЕЩЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ЗЕМЛИ	
Козлов А.С.	132
НАЗЕМНАЯ ПОСТОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ С НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ КА	
Кокунов А.А.	133
МЕТОДИКА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ КОНТРОЛЕЙ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	
Косенко Е.Е., Бойко М.В.	134
АНАЛИЗ РОЛИ ГИС В РАЗВИТИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ	
Кузнецов Д.С.	136
ПРИМЕНЕНИЕ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ	
Кузнецов Л.Л.	138
АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА В СИСТЕМАХ ДЗЗ	
Ларионов С.М.	139
АРХИТЕКТУРА КЛАССИФИКАЦИОННОЙ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ ТЕКСТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ	
Ларионов С.М.	140
РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ НЕЙРОСЕТЕВОГО КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ ПРИЗНАКОВ ОТ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ	
Льву Т.Д., Нгуен Д.Х.	142
НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	

Межевых Е.С.	143
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ДОРОЖНОЙ СЕТИ НА СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ ЗЕМЛИ	
Митогуз С.С., Антипина А.В.	144
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ	
Панков И.А.	146
СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ИСКУССТВЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ SENTINEL-2 С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛИ U-NET И ЭНКОДЕРА RESNET-18	
Рябинин С.А.	147
СОВМЕЩЕНИЕ ЦВЕТОВЫХ КАНАЛОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА	
Сафонов Ф.А., Таганов А.И., Цыцына М.И.	149
АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ РИСКОВ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ПРИ НЕЧЕТКОСТИ ПРОЕКТНЫХ ДАННЫХ	
Смолев А.М.	151
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ	
Соловьёв А.В., Андреев Д.А.	153
ОБЗОР МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ ОБЛАЧНОГО ПОКРОВА НА СНИМКАХ ОТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
Соловьёв А.В., Онущенко П.А.	154
АСПЕКТЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И МЕТОДЫ ИХ ОЦЕНКИ	
Сухова С.А.	155
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО И АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	
Ушенкин В.А.	156
МЕТОД ОБЪЕДИНЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ВОСХОДЯЩЕМ И НИСХОДЯЩЕМ ВИТКАХ ОРБИТЫ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ЛУКАСЕВИЧА И МУЛЬТИВРЕМЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СПЕКЛ-ШУМА	
Ушенкин В.А., Ларюков С.А., Овчинников В.А.	157
ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ОБЛАЧНОСТИ И НАВОДНЕНИЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ОТ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ	
Федотов К.Г.	158
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА К-СРЕДНИХ С РАЗЛИЧНЫМИ МЕТРИКАМИ РАССТОЯНИЙ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	

Секция 9

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Анисимов К.В., Захаров И.Г.	160
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МАКЕТА СЕТЕВОГО КОММУНИКАЦИОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	
Бавбель Е.И.	162
ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА БПЛА ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕНТАРЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИМУЛЯЦИИ	

Бурмистрова И.А.	163
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЯМИ	
Виноградов А.А., Нестеров М.Н.	165
ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ПРИНИМАЕМОГО СИГНАЛА НА БАЗЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОЦЕССОРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ	
Вислобоков Д.А., Шишкин И.С.	166
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КИБЕРОБМАНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	
Габриелян Г.А.	168
МЕТОДЫ ИНТЕГРАЦИИ В ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
Горелов М.А.	170
АНАЛИЗ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАМЕНИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ	
Дуксин Н.А.	171
МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО И СТРУКТУРНОГО РЕШЕНИЯ МАССОВО-ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СТРУКТУРНО-ПОДОБНЫХ АЛГОРИТМОВ	
Дуксин Н.А., Люлява Д.В.	172
ПРОЕКТИРОВАНИЕ IP-ЯДРА АРХИТЕКТУРНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ ФУНКЦИЙ НА БАЗЕ АЛГОРИТМА CORDIC	
Дуксина И.И.	174
ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КЛАСТЕРОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ЛОГИКИ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	
Дуксина И.И., Круглов В.А.	175
ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА МОСТОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ	
Дуксина И.И., Ханашевич К.А.	176
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ СИГНАЛОВ ПО ЗАДАННЫМ ПАРАМЕТРАМ	
Евдокимов М.Д.	177
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ	
Журавлев Д.С., Забегайлов А.Д.	178
ПРОГРАММНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗДАНИЯ ПРИКАЗОВ О ДИСЦИПЛИНАРНЫХ ВЗЫСКАНИЯХ	
Любомский С.А.	179
ПОСТРОЕНИЕ НАБОРА ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	
Люлява Д.В., Буланов А.В., Сачук А.А.	181
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ПУТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛА В КОНВЕЙЕРНЫХ СХЕМАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДРЕВОВИДНОЙ СТРУКТУРЫ	
Люлява Д.В., Дуксин Н.А.	182
ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТНЫХ РЕСУРСОВ БЛОКОВ УМНОЖИТЕЛЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ ФУНКЦИЙ	

Махов Я.А.	183
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СФ-БЛОКА ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ТРЁХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ВСТРАИВАНИЯ В ПРОЕКТ НА RTL-УРОВНЕ	
Морозов С.В., Шаганов Е.М.	185
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕТЕВОГО КОММУНИКАЦИОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	
Никонов Д.Е., Баранников Н.А.	187
ИНТЕГРАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ В ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	
Птицын Н.А.	188
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ	
Толстошеин Н.С.	190
КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПОДГОТОВКОЙ СПЕЦИАЛИСТОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
Фролов Н.А.	191
ФОРМАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ АСУ ТП ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ КАК ОСНОВА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
Щепухин Д.О.	193
КОНФИГУРИРОВАНИЕ ГЕТЕРОГЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОТОКОВОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ	
Яковлев Ю.С.	194
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ПОРИСТОСТИ ГАЗОПЛАМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ПО МИКРОФОТОГРАФИЯМ	
Яровой А.В.	196
БИОИНСПИРИРОВАННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВА ПРЕСС-ФОРМ ЛИТЬЯ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ	

Секция 10

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Алпатов И.А.	198
ИНТЕРПРЕТИРУЕМАЯ МОДЕЛЬ БАНКОВСКОГО СКОРИНГА	
Бакулев А.В., Бакулева М.А.	199
ПОСТРОЕНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ В ЗАДАЧАХ КРЕДИТНОГО СКОРИНГА	
Бирюкова Д.А.	201
МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЖЕНЕРА НА ОБЪЕКТЕ	
Бирюкова Д.А.	202
ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАК ОСНОВА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОЕКТАХ	
Гамидов А.М.	203
РАЗРАБОТКА ИИ-АГЕНТА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ СЦЕНАРИЕВ	
Гудков Ю.Д., Мишустин В.Г.	204
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУРАХ	

Гуров А.С.	206
ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ КИБЕРУСТОЙЧИВОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЙМВОРКА OWASP SAMM	
Даев А.В.	208
КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
Епифанов А.С.	209
УТОЧНЕНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДВУМЕРНЫХ ШТРИХКОДОВ С ПОМОЩЬЮ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ	
Ерохина А.Ю.	210
РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ШЛАГБАУМА С СИСТЕМОЙ РАСПОЗНАВАНИЯ	
Ерохина В.С.	212
АНАЛИЗ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕКСТОВ ДАРКНЕТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	
Иванов Д.А.	213
МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ В СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ	
Кисельников А.А., Завозкин С.Ю.	215
РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С УЧЕТОМ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ	
Климчук Н.В.	216
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ	
Королев Д.В., Тишкина В.В.	218
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОДАЖ И МАРКЕТИНГОВОЙ АКТИВНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ	
Костин В.Ю.	220
ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ TESSERACT OCR В ЗАДАЧАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА	
Лейбович К.И.	221
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХЕМ	
Лутиков В.А.	223
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТЕКСТНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА РЕКОМЕНДАЦИЙ	
Макеев А.Д., Уткин А.О.	224
ЭКСТРАКТИВНЫЙ ПОИСК НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОРПОРАТИВНЫХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АРХИТЕКТУРЫ ТРАНСФОРМЕРА	
Михеев Г.М., Кленов А.А.	226
МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА ЭТАПЕ КОНСТРУИРОВАНИЯ	
Михин Д.А.	227
ПРИМЕНЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРОЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	
Покровский О.В., Булавченков А.Е.	228
РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ 3D-МОДЕЛИ ТИПОВОГО КОРПУСА ДЛЯ ПЛАТЫ ARDUINO В SOLIDWORKS	

Поляков Н.А., Ерохин В.Ю.	229
МЕТОДИКА ТРЕХМЕРНОГО ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ T-FLEX CAD 15	
Пышкин Н.И., Самсонов А.А.	230
ВЕКТОРИЗАЦИЯ ЭСКИЗОВ КОРПУСОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ	
Рогатин А.В.	231
МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ	
Сайдикаримов С.И.	232
К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ПАТТЕРНОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ И КЛЮЧЕВЫХ МЕТРИК ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЦИФРОВОГО СЛЕДА	
Сапрыкин А.Н.	233
ШУМ В ЗАДАЧАХ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ	
Скоз В.С.	235
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ	
Туфлейкин Д.И.	236
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕЛЕГРАФНЫХ КАНАЛОВ	

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2025

XXX ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Материалы конференции

Том 2

Компьютерная верстка и дизайн:

Бакулев А.В., Бакулева М.А., Кошелева М.С.

Подписано в печать 17.11.25 Формат 60х84/16

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. печ. л. 15,625.

Тираж 150 экз. Заказ № 8710

Отпечатано в типографии Book Jet
390005, г. Рязань, ул. Пушкина, д.18

Сайт: <http://bookjet.ru>

Почта: info@bookjet.ru

Тел.: +7(4912)-466-151

ISBN 978-5-908007-57-3

