

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**

УДК 681.512.001.56:6 21.37.39

**Новые информационные технологии в научных исследованиях:**  
материалы XXX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Издательство ИП Коняхин А.В. (Book Jet). 2025. 280 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 при соблюдении требований к оформлению тезисов.*

### **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.

Кошелева М.С.

ISBN 978-5-908007-59-7 (т. 1)

ISBN 978-5-908007-58-0

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

© ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2025

---

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

---

### **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ЭВОЛЮЦИИ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ**

С.Д. Викулин

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

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

Современное материаловедение вступает в этап масштабного переосмысления традиционных научных и инженерных подходов. Эволюция этой области знаний, согласно концепции научных парадигм, прошла путь от эмпирического накопления данных и экспериментального изучения свойств веществ к этапу компьютерных симуляций. Тем не менее, классические методы проектирования материалов при всей своей точности и фундаментальности уже не в состоянии удовлетворить растущие требования к скорости и точности открытия, оптимизации и внедрения новых материалов, особенно в таких наукоёмких отраслях, как энергетика, аэрокосмическая, микроэлектроника и биомедицина [1].

В этом контексте формируется и утверждается четвёртая научная парадигма - информатика материалов. Она интегрирует машинное обучение, большие данные, физику твёрдого тела, химию и инженерные подходы в единую цифровую экосистему. Основной задачей данной парадигмы становится интеллектуальный анализ структурных, физических и химических характеристик с целью предсказания свойств, проектирования составов и ускоренного научного открытия. На фоне роста объёмов как экспериментальных, так и симуляционных данных, также возрастает потребность в автоматизации процессов анализа, синтеза знаний и интеллектуального вывода. Важнейшими вызовами становятся интеграция разнотипных источников данных, борьба с их неполнотой, высокая размерность признаков и отсутствие однозначных зависимостей между структурой и свойствами [2].

Таким образом, в условиях технологического прогресса, на первый план выходит задача ускоренного подбора состава с заданными свойствами, что требует использования интеллектуальных систем, способных выявлять скрытые зависимости, заполнять пробелы в данных и проводить двунаправленные предсказания [3-4]. Поэтому было проведено исследование, направленное на разработку и экспериментальную валидацию подобной интеллектуальной системы, реализующей методы машинного обучения и нейросетевого моделирования для решения задач регрессии, классификации, кластеризации и восстановления данных в едином аналитическом пространстве. Основной акцент сделан на изучении взаимосвязей между свойствами, классификацией и химическим составом материалов, а также на применении моделей как в прямых, так и в обратных задачах проектирования. В качестве входных данных рассматривались такие ключевые характеристики, как плотность, теплопроводность, модуль упругости, электрическое сопротивление и удельная теплоёмкость, а целевыми переменными выступали либо классы материалов, либо доли химических элементов в составе.

Работа включает три взаимосвязанных экспериментальных блока, объединённых общей концепцией создания интеллектуальной системы для анализа, классификации и проектирования материалов на основе их физических характеристик и химического состава. Каждое из направлений ориентировано на решение актуальных задач цифрового материаловедения, с применением современных алгоритмов машинного обучения и нейросетевых моделей.

В первом блоке была реализована и апробирована методика кластерного анализа с использованием алгоритма k-средних для предварительной систематизации коллекции металлических материалов на основе их базовых физико-технических свойств (плотности, модуля упругости, теплопроводности, удельной теплоёмкости и электрического сопротивления) [5]. Особенностью подхода стало использование методов локтя и силуэтов для автоматического определения числа кластеров, что повысило объективность и воспроизводимость результатов кластеризации. Результаты визуализированы с помощью силуэтных графиков и дендрограмм, продемонстрировавших высокую степень соответствия сформированных кластеров известным типам материалов. Эти результаты подтверждают, что кластеризация может эффективно использоваться как этап предварительной структуризации данных, выявления скрытых закономерностей и аналогов, а также как основа для последующего обучения моделей классификации и регрессии. В условиях растущего объёма материаловедческих данных данный подход позволяет автоматизировать интеллектуальный поиск и структурирование информации, закладывая базу для более глубокой семантической обработки.

Во втором блоке исследования решалась задача многоклассовой классификации материалов по их физико-механическим свойствам с применением современных методов машинного обучения: алгоритма ближайших соседей, случайного леса, градиентного бустинга и многослойного перцептрона [6]. Были рассмотрены проблемы дисбаланса классов, типичные для реальных инженерных коллекций, и применена методика синтетического увеличения миноритарных классов, позволившая значительно улучшить обобщающую способность моделей. Результаты экспериментов показали превосходство ансамблевых методов, продемонстрировавших точность классификации до 99,3% по F1-метрике. Визуализация с помощью матриц ошибок и проекция признакового пространства методом главных компонент выявили области перекрытия классов - в частности, между отдельными группами сталей и полимеров, что указывает на необходимость дальнейшего расширения пространства признаков. Данный этап подтверждает высокую прикладную ценность подходов машинного обучения для задач автоматизированной идентификации материалов, технологического подбора и оценки совместимости, а также открывает возможности для интеграции таких моделей в экспертные системы и системы автоматизированного проектирования.

Завершающий блок посвящён решению задачи многоклассовой регрессии, направленной на предсказание химического состава материалов по их физическим свойствам [7]. Эта задача имеет ключевое значение для первичной оценки новых или неизвестных материалов, что особенно актуально при исследовании новых материалов или при отсутствии экспериментальных данных. В исследовании сравнивались модели линейной регрессии с регуляризацией, случайного леса и нейронной сети собственной реализации. Проведена комплексная предобработка данных: очистка от выбросов, нормализация, устранение редких компонентов, анализ корреляций, разбиение выборки. Метод случайного леса показал наилучшие

результаты по точности, однако нейросеть после гиперпараметрической оптимизации значительно улучшила качество и приблизилась к результатам ансамбля. Построенные диаграммы рассеяния показали адекватность модели, особенно для наиболее распространённых элементов. Было также проведено исследование важности признаков, выявившее ключевое влияние модуля упругости и плотности. Этот блок демонстрирует возможность создания интеллектуальной системы для обратного проектирования материалов и восполнения недостающих данных в базах, что особенно актуально для ускоренной разработки и валидации новых композиций.

Таким образом, совокупность проведённых исследований демонстрирует, как методы машинного обучения могут быть глубоко и интерпретируемо интегрированы в задачи материаловедения. Сформулированы универсальные подходы к кластеризации, классификации и регрессии материалов, реализованы методики устранения дисбаланса и оптимизации моделей, построены метрики, визуализации и рекомендации для инженеров. В совокупности, работа способствует переходу от эмпирических и экспертных процедур к интеллектуальным автоматизированным платформам, лежащих в основе концепции материаловедения, управляемого данными.

На базе полученных результатов был реализован программный прототип системы интеллектуального анализа материалов, представляющий собой полнофункциональную платформу, сочетающую в себе визуальный интерфейс, гибкую конфигурацию признаков, запуск моделей машинного обучения и визуализацию результатов. Ключевой особенностью разработки является ориентированность на конечного пользователя - инженера, исследователя или преподавателя - без необходимости вглубь погружаться в технические детали настройки алгоритмов или программирования. Благодаря использованию интуитивно понятного визуального редактора пользователь может формировать набор входных признаков, выбирать целевые параметры, инициировать процесс обучения или предсказания, а затем анализировать поведение модели на основе графиков корреляций, метрик качества и диаграмм рассеяния. Такой подход делает систему применимой не только в научных исследованиях, но и в инженерной практике, а также в процессе подготовки специалистов в области цифрового материаловедения.

Разработка учитывает современные тенденции цифровизации инженерных дисциплин. В архитектуру платформы заложен принцип масштабируемости и модульности, что позволяет дополнять систему новыми задачами, такими как оптимизация состава, автоматизированный выбор аналогов, генеративный дизайн материалов с заданными свойствами, построение цифровых двойников, а также интеграция с внешними базами данных и промышленными системами.

С практической точки зрения платформа способна решать широкий спектр задач: от восстановления недостающих свойств и предсказания состава до автоматизированной кластеризации и структуризации коллекций материалов. Это особенно актуально для промышленных и исследовательских организаций, в которых ведётся активная работа с гетерогенными, неполными или несбалансированными наборами данных. Возможность быстрой апробации моделей, визуального анализа результатов и переобучения под конкретные задачи делает разработанную систему эффективным инструментом в среде, где ценятся скорость принятия решений, гибкость экспериментов и прозрачность результатов.

С точки зрения образовательной практики, система служит наглядным пособием по машинному обучению в инженерных науках. Она позволяет продемонстрировать студентам и молодым исследователям ключевые концепции обработки данных, построения моделей, работы с метриками качества и визуализации зависимостей в реальных задачах материаловедения. Возможность интерактивной настройки экспериментов способствует развитию интуитивного понимания моделей и критического анализа их поведения - навыков, крайне востребованных в эпоху перехода к инженерии, управляемой данными.

Предложенная система представляет собой фундаментальный шаг к реализации парадигмы информатики материалов. Она объединяет методы машинного обучения, инструменты визуального анализа и цифровой инженерии в единую экосистему, способную ускорять цикл «структура-свойства-производство-применение». Работа подчёркивает значимость интеллектуальных систем для современных материаловедческих исследований, демонстрируя путь от эксперимента и теории к практическому внедрению решений на основе искусственного интеллекта. Результаты исследования могут быть положены в основу будущих цифровых платформ, цифровых двойников и автоматизированных лабораторий, формируя интеллектуальную инфраструктуру нового поколения.

#### *Библиографический список*

1. Agrawal A., Choudhary A. Perspective: Materials informatics and big data: Realization of the "fourth paradigm" of science in materials science // *Appl Materials*. - 2016. - Т. 4. - №. 5.
2. Kalidindi S. R., De Graef M. Materials data science: current status and future outlook // *Annual Review of Materials Research*. - 2015. - Т. 45. - №. 1. - С. 171-193.
3. Ramprasad R. et al. Machine learning in materials informatics: recent applications and prospects // *Computational Materials*. - 2017. - Т. 3. - №. 1. - С. 54.
4. Ward L., Wolverton C. Atomistic calculations and materials informatics: A review // *Current Opinion in Solid State and Materials Science*. - 2017. - Т. 21. - №. 3. - С. 167-176.
5. Корячко В. П., Викулин С. Д., Волков А. В. Применение методов кластеризации для анализа свойств материалов // *Вестник РГРТУ*. - 2024. - № 89. - С. 77-83.
6. Корячко В. П., Викулин С. Д., Волков А. В. Сравнительное исследование методов машинного обучения и нейронных сетей для предсказания химического состава материалов // *Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета*. - 2025. - № 91. - С. 50-63.
7. Корячко В. П., Викулин С. Д. Применение методов машинного обучения для классификации материалов на основе их ключевых характеристик // *Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета*. - 2025. - № 92. - С. 132-145.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ**

Д.С. Доков

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»,  
ООО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «Когерент»**

Современные требования к технологии производства в металлургической отрасли предполагают проведение контроля геометрических параметров всего сортамента продукции. Помимо выходного контроля, позволяющего разделить отгружаемые потребителю изделия на сорта, стоит задача промежуточного технологического контроля на множестве операций производственного цикла. Это контроль формы горячего проката на выходе клетей прокатного стана, измерение размеров листов металла после агрегатов резки, контроль плоскостности листов при задаче в линию по производству труб, выявление поверхностных дефектов листового проката на этапе его производства и перед изготовлением электросварных труб. По результатам измерений и контроля принимается решение о годности, либо производится управление технологическим процессом в реальном времени. Наиболее эффективно информационно измерительные системы применяются на этапе сварки продольных швов труб для наведения сварочной головки на разделку сварного шва. Особую значимость имеют информационные системы контроля и индикации формы горячего проката, выходящего из чистой клетки прокатного стана, которые производят индикацию размеров и формы оператору и вальцовщику для оперативной регулировки клетей.

Перечисленные задачи наиболее эффективно решаются с применением бесконтактных лазерных приборов и систем измерения размеров и формы. Известны методы бесконтактного лазерного контроля геометрии [1]. Для диапазона от нескольких миллиметров до нескольких метров наиболее простым и удобным способом измерения расстояния является триангуляционный. Он основан на определении расстояния путем его вычисления по триангуляционным соотношениям. Основанием для расчетов служит треугольник, образованный лазером, точкой его излучения на контролируемой поверхности и фотоприемным элементом, воспринимающим отраженный от поверхности луч. Прогрессирующее развитие микроэлектроники, приведшее к появлению фотоприемных линеек с несколькими тысячами пиксел, позволило создать триангуляционные измерители без движущихся частей, использующие лишь оптические и электронные элементы [2]. Такие измерители обладают высокой надежностью и быстродействием. Для быстрого измерения профиля разработан измеритель, у которого лазерный луч развернут в линию при помощи цилиндрической оптики, а вместо линейки используется камера с ПЗС матрицей [3]. В этом случае полоса лазерного излучения сканируется по детали. Измерение происходит сразу в трех плоскостях (3D).

За последние 15 лет за счет перехода с технологии ПЗС на CMOS произошел большой скачок в развитии технологии производства многоэлементных фотоприемников (матриц). Зарубежные компании, такие как ON Semiconductor Corporation, AMS OSRAM, Gpixel серийно выпускают фотоприемники с подходящими для задач лазерного контроля характеристиками. Прежде всего – это мегапиксельное разрешение, глобальный затвор (одновременное экспонирование

всех пикселей), высокая, вплоть до 1кГц, кадровая частота. Большой поток данных с этих устройств ставит задачу построения информационных систем их обработки.

До недавнего времени задачи контроля в металлургии в какой-то степени решало дорогостоящее импортное оборудование, использующее готовые линейки камер и лазеров. Оборудование имеет избыточные вычислительные мощности IT комплексов, использует специализированные платы приема видео потоков, и, тем не менее, зачастую не обеспечивает необходимое быстрое действие и эффективность. Прекращение поддержки иностранными фирмами своей продукции на рынке РФ, снятие с производства специализированных плат, выход из строя камер и лазерных модулей при интенсивной эксплуатации вызывает огромные трудности у металлургических производств. В этих условиях острой является необходимость разработки в кратчайшие сроки отечественного опτικο-электронного оборудования и компьютерных информационных систем.

С учетом актуальности перечисленных задач компания НПП «Когерент» г. Рязань, являющаяся одной из ведущих в РФ по разработке и производству лазерных приборов и информационных компьютерных системы машинного зрения, обеспечила решения ряда задач для металлургической отрасли. Рассмотрим некоторые задачи, решенные и решаемые в настоящее время компанией. Одной из важнейших является задача контроля размерных параметров широкого спектра изделий из металла (трубы, уголки, швеллеры, рельсы и т.д.).

В лазерном измерителе спроектирована и применена многоуровневая информационная система обработки информации, что позволило решить проблему большого объема данных и эффективно использовать все возможности фотоприемников. На первом уровне информация с фотоматрицы обрабатывается в реальном времени с применением ПЛИС. Реализуются задачи адаптивной пороговой обработки выделения сигнала от фона [4], методы вычисления координат изображения лазерного пятна [5, 6], прием и передача данных по скоростным шинам LVDS, управление фотоматрицей по шине SPI, модуляцию излучения лазерного модуля.

Второй уровень обработки информации в информационной системе построен на сигнальном процессоре, который производит фильтрацию и сортировку данных, формирование размерного профиля, буферизацию и передачу данных в ЭВМ по ethernet. Третий уровень обработки информации реализован в программном обеспечении ЭВМ. Программное обеспечение принимает данные по протоколам UDP/TCP IP и формирует облако точек в 2D или 3D.

Формирование данных и вычисление размерных характеристик контролируемой продукции производится по облаку точек с применением различных подходов и методов, в зависимости от характера задачи и формы объекта контроля. Данная трехуровневая архитектура построения информационной системы позволяет максимально эффективно использовать скорости используемых многоэлементных фотоприемников, проводить адаптивную обработку сигнала в реальном времени, гибко выбирать методы обработки облака точек, а также минимизировать сложность вычислительного комплекса на базе ЭВМ за счет уменьшения потока передаваемых данных и использования распространенного ethernet.

Контроль размеров и формы горячекатанного прутка и арматуры в реальном времени определяет основной технологический процесс их производства, позволяет выдерживать геометрические параметры проката в заданных допусках. Для целей контроля разработана и внедрена контрольно-измерительная информационная



система на базе лазерных сканеров (рис.1). Измерительный портал системы встраивается в линию проката после финишных клеток, контролю подвергается вся выпускаемая цехом продукция.

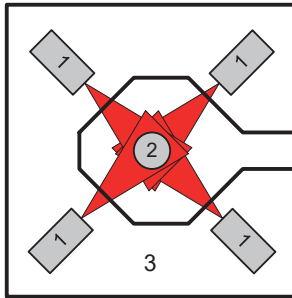


Рисунок 1 – Принцип измерения  
1 – лазерный 2D сканер 4 штуки;  
2 – измеряемый прокат; 3 – опора (корпус измерителя)

Для контроля используются 4 лазерных сканера, формирующих полный размерный контур проката. Используется раздельная во времени синхронизация для исключения влияния лазеров сканеров друг на друга. Размерный профиль обрабатывает программным обеспечением на третьем уровне. Для исключения влияния на результат контроля дестабилизирующих факторов, таких как падающая окалина, пары воды, производится фильтрация данных. Для оператора формируется разномасштабная диаграмма диаметров проката круглого сечения в сферической системе координат (рис. 2). Благодаря увеличенному масштабу диаграммы оператору визуализируется отклонение от формы в десятки микрон, контролируются типичные ошибки проката такие как овальность и ее характер. Разработанная система внесена в государственный реестр средств измерений.

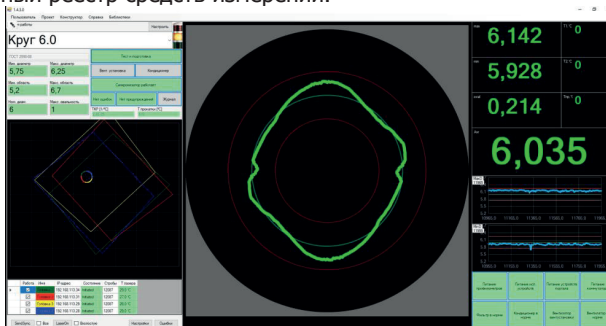


Рисунок 2 – Изображение результатов контроля профиля

Для линий по производству труб большого диаметра важно не допустить на продукции поверхностных дефектов металла, приводящих к утоньшению стенки. Типичной причиной таких дефектов являются вдавы от налипших на прокатные валки частиц металла, задиры при транспортировке, царапины, выпавшая вкатанная окалина. Для решения данной задачи разработана лазерная информационно-

измерительная система контроля поверхностных дефектов. Она реализует способ обнаружения и поиска дефектов, заключающийся в получении 3D геометрии поверхности листа лазерными 2D сканерами и поиск геометрических отклонений, вызванных дефектами, выходящими на поверхность.

Для контроля поверхностных дефектов специально разработаны и изготавливаются лазерные сканеры, имеющие высокую разрешающую способность, скорость и необходимый набор функций первичной математической предобработки сигнала. Набор лазерных 2D сканеров располагаются в ряд как с верхней, так и с нижней стороны контролируемого листа (рис.3). Количество 2D сканеров в ряду определяет разрешающую способность системы, и соответственно - минимальную величину детектируемого дефекта.

При запуске системы в эксплуатацию получены следующие технические характеристики:

Размеры выявляемых дефектов:

- длина – 1 мм и более;
- ширина – 0,5 мм и более;
- глубина/высота – 0,1 мм и более.

Максимальная линейная скорость перемещения листового проката: 1 м/сек.

Автоматическое выявление и классификация дефектов поверхности.



Рисунок 3 – Внешний вид системы

Специализированное программное обеспечение осуществляет обработку большого потока данных в реальном времени. В работе задействованы одновременно несколько серверов. Данные о дефектах сохраняются в базе данных. Информационная система формирует карту топологии поверхности, применяет алгоритмы поиска контуров дефектов (рис.4).

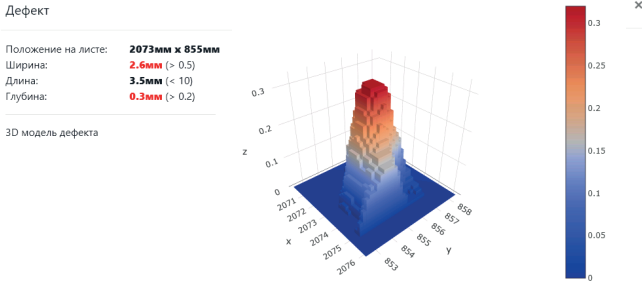


Рисунок 4 – Зафиксированный дефект поверхности в 3D представлении

Третья задача, успешно решенная НПП «Когерент», заключается в разработке и внедрении в реальное производство системы сварки в автоматическом режиме продольного внешнего шва труб различного, в том числе большого диаметра. Основная задача автоматизации процесса сварки заключается в необходимости установки головки сварочного комплекса точно по центру разделки шва. Для этого необходимо выполнять в режиме реального времени слежение за центром стыка с разделкой кромок. Решение задачи обеспечивается работой оптико-электронного блока, осуществляющего сканирование с частотой 100 Гц поверхности трубы в ее поперечном сечении вдоль шва, и программно-алгоритмического комплекса, осуществляющего обработку результатов сканирования и выдачу управляющего воздействия на положение головки сварочного комплекса относительно центра разделки шва.

При производстве электросварных труб кромки листа фрезеруются для формирования разделки сварного шва. Лист сворачивается и автоматизированный электросварочный комплекс осуществляет сварку кромок внутри и снаружи трубы. Применение лазерных бесконтактных способов считывания формы и координат разделки шва осложняется свойствами фрезерованной поверхности кромок. Блестящие участки имеют малую составляющую диффузной индикатрисы рассеивания, следы фрезы вызывают зеркальные переотражения, переход тела трубы в разделку имеет не четко выраженный характер из-за замятий, между фасками хаотично выступает внутренний сварочный шов, превращая профиль разделки в W-образный (рис. 5).



Рисунок 5 – Труба с продольным швом и поперечной линией от сканера

Для решений данной задачи разработан и запущен в эксплуатацию программно-аппаратный комплекс слежения за смещением свариваемых кромок и положения сварочной головки относительно сварного шва на сварочных станах. Комплекс предназначен для слежения, контроля и отображения числового значения смещения свариваемых кромок трубных заготовок, а также для отслеживания положения сварочной головки относительно сварного шва в процессе сварки технологического и наружного швов на сварочных станах. Оборудование комплекса устанавливается на сварочной головке станом сварки технологического шва. Оборудование комплекса обеспечивает выполнение следующих операций: слежение за смещением свариваемых кромок в процессе сварки на сборочно-сварочных станах; регистрацию значений смещения свариваемых кромок трубных заготовок с привязкой по времени; слежение за горизонтальным и вертикальным положением сварочной головки относительно сварного шва в процессе сварки на сборочно-сварочных станах; выдачу соответствующих управляющих сигналов в существующую систему управления станом.

Информационная системы комплекса реализует в реальном времени следующие операции по обработке сигнала:

- фильтрация сигнала от сканера с целью подавления дискретного белого шума (ДБШ) в его составе и отдельных импульсных помех в области шва;
- обнаружение границ кромок шва.

Для фильтрации (ДБШ) использовался линейный фильтр с маской длины  $2k+1$ , коэффициенты  $q_j$ ,  $j = \overline{-k, k}$ , которой вычислялись по формуле [7]:

$$q_j = \frac{3}{(4k^2 - 1)(2k + 3)} (3k^2 + 3k - 1 - 5j^2), \quad j = \overline{-k, k}. \quad (1)$$

Импульсные помехи подавлялись с помощью медианного фильтра.

Обнаружение граничных точек шва в разработанной системе осуществляется с помощью линейного фильтра, обеспечивающего получение оценок производной второго порядка. На рис. 6 в верхней его части изображен исходный сигнал от лазерного сканера, а в нижней части – оценка второй производной для этого сигнала.

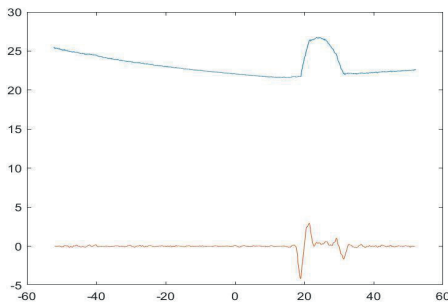


Рисунок 6 – Исходный сигнал (поперечный профиль) и результат его обработки

Оценка второй производной вычисляется с помощью свертки  $\mathbf{q}_2 * \mathbf{F}$ , в составе которой  $\mathbf{q}_2$  вектор, МНК-коэффициенты  $q_j$  которого вычисляются по формуле (2)

$$q_j = \frac{15}{k(k+1)(4k^2-1)(2k+3)} (3j^2 - k(k+1)), \quad j = \overline{-k, k}. \quad (2)$$

Локальные минимумы в составе выходного сигнала соответствуют граничным точкам шва разделки.

В докладе будут рассмотрены и другие задачи, по которым получены решения, и задачи, которые предстоит решать. Так, в настоящее время существует большая потребность в информационных системах машинного зрения по контролю дефектов поверхности полосы металла. Дефекты представляют собой различные яркостные изменения изображения с поверхности полосы. Они вызваны коррозией, химическими ожогами, дефектами оцинковки, различными недостатками в технологии проката. Помимо детекции дефектов производству важно иметь классификацию таких дефектов на различные виды, что позволит определять причину их возникновения. Количество подмножеств классификации доходит до 15-ти, при этом есть требования достичь точности классификации не менее 95%. Применение методов обучения информационной системы осложняется тем, что требуется большое количество реальных экземпляров дефектов, классифицированных вручную. На получение таких данных требуется много рабочих смен. В связи с этим хочется отметить большую актуальность разработки методов классификации изображений дефектов стальных листов, позволяющих максимально быстро получить контрольно-измерительное оборудование, обеспечивающее требуемые характеристики.

#### *Библиографический список*

1. Кёбнер Г. Промышленное применение лазеров: Пер. с англ. Смирнова. - М.: Машиностроение, 1988 г. - 265 с.
2. Sweeney D. W. Laser sensor for automated manufacturing. Laser Focus. May 1983.
3. F. Blais et al. High speed three-dimensional laser sensor. Proc. of SPIE, Vol. 3958, pp. 19-26.
4. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. Т.1-2 1982
5. Плотников С.В. Сравнение методов обработки сигналов в триангуляционных измерительных системах / Автометрия. - 1995. - № 6. - С. 58 - 63.
6. Shortis, M.R. Clarke, T.A., Short, T. 1994., A comparison of some techniques for the subpixel location of discrete target images, Videometrics III. SPIE Vol. 2350. Boston. pp. 239-250.
7. Доков Д.С., Новиков А.И. Информационно управляющая система сваркой продольных швов труб большого диаметра в автоматическом режиме // Вестник РГРТУ, №93, 2025. – С. 213-222.

---

**Секция 1. ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ СИСТЕМ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

---

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ**

Д.А. Андреев

Научный руководитель – Вертешев С.М., д.т.н., профессор  
**ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет»**

Переход к компетентностной модели обучения и персонализированным траекториям требует формализованного описания структуры образовательной программы: какие компетенции (универсальные, общепрофессиональные, профессиональные) формируются, какие модули и дисциплины их обеспечивают, какими результатами обучения и оценочными средствами это подтверждается [1-3]. Онтология снимает неоднозначности естественного языка, обеспечивает автоматическую проверку полноты/избыточности учебного плана и служит «ядром знаний» для конструкторов планов и аналитических панелей. В настоящей работе предложен подход к построению такой онтологии для направления 09.03.02 Информационные системы и технологии [4].

Использование прикладной онтологии образовательной программы даёт возможность пользователям и разработчикам использовать и развивать данную модель, а также интегрировать данные, обеспечивать обмен данными на основе онтологии [5]. Также, для реализации данной модели, ставятся следующие цели:

- формализовать компетентностную модель (универсальные компетенции/общепрофессиональные компетенции/профессиональные компетенции и при необходимости — soft skills);
- связать компетенции с результатами обучения, учебными модулями и дисциплинами;
- обозначить предпосылки (пререквизиты) и взаимозависимости дисциплин;
- определить соответствующие оценочные средства и критерии достижения;
- поддержать проверку соответствия учебного плана требованиям стандарта и внутренних регламентов ВУЗа.

На основе онтологии строится конструктор учебного плана и индивидуальных траекторий: пользователь выбирает целевые ПК → система подбирает минимальный набор курсов/модулей, удовлетворяющий ограничениям (ЗЕТ по семестрам, обязательные пререквизиты, формы контроля). Алгоритм выдаёт вариант(ы) плана и объяснимые обоснования (через цепочки Course → Результаты обучения → Assessment → Competency). Этот же механизм применяется для аудита существующих планов и подготовки к аккредитации [6]. Помимо этого, важно соответствовать следующим принципам при формировании модели:

- онтология не заменяет содержательных экспертиз; она делает связи прозрачными и проверяемыми;
- редкие компетенции (узкие профили) требуют ручной детализации результатов обучения и критериев;
- для вариативных треков важно поддерживать версии/ветвления и политику миграции (изменение планов по годам набора);

– валидация базируется на полноте источников: пробелы в рабочей программе дисциплины/учебно-методическом комплексе программы автоматически проявятся как нарушения SHACL (SHACL — это язык для валидации RDF/OWL данных (онтологий), он позволяет задать правила и ограничения на структуру данных).

Предложена цельная методика онтологического моделирования программы 09.03.02 Информационные системы и технологии: от проектирования OWL-схемы и словарей до правил SHACL и проверок SPARQL (SPARQL — это аналог SQL, но для онтологических данных в формате RDF или OWL). Показаны примеры формализации компетенций, результатов обучения, модулей и дисциплин, а также метрики качества плана [7]. Модель является технологической основой для автоматизированной проверки соответствия образовательного плана и для сервисов построения индивидуальных траекторий.

#### *Библиографический список*

1. Долятовский В.А., Гамалей Я.В. Онтологический подход к процессам и системам обучения и образования // Образовательные технологии. – 2018. – №3. – С.76–106.

2. Бахвалов С.В., Берестнева О.Г., Марухина О.В. Применение онтологического моделирования в задачах организации учебного процесса вуза // Онтология проектирования. – 2015. – Т.5, №4(18). – С.387–398.

3. Балашова И.Ю. Онтологические модели в системе информатизации образования // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2015. – №3(15). – С. 47–53.

4. Sodhi R. A Model to Automate the Development of Computer Science Curriculum Syllabi // International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering. – 2023. – Vol.12, No.21s. – P.198–204.

5. Mandić M., Konjović Z., Ivanović M. Ontological Model of the Standardized Secondary School Curriculum in Informatics // Proceedings of INFOTEH 2015 (Eventiotic). – 2015. – P.397–401.

6. Chung H., Kim J. An Ontological Approach for Semantic Modeling of Curriculum and Syllabus in Higher Education // International Journal of Information and Education Technology. – 2016. – Vol.6, No.5. – P.365–369.

7. Дацун Н.Н., Уразаева Л.Ю. Онтологический подход анализа и создания куррикул по перспективным направлениям подготовки ИТ-специалистов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2017. – Т.13, №4. – С.23–31.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛЕВОЙ АДРЕСАЦИИ ЗАПРОСОВ СПЕЦИАЛИСТАМ**

Е.Ю. Антипатрова, С.В. Крошила

Научный руководитель – Крошилин А.В., д.т.н., профессор

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

В современных условиях значительный рост разнообразия и объема текстовых обращений предъявляет серьезные требования к информационным системам в вопросах обработки и распределения этих данных [1,2]. Ручное распределение

пользовательских обращений специалистам становится всё менее эффективным: увеличивается время отклика, возрастает риск неверного назначения и, как следствие, падает качество взаимодействия [3]. В ответ на эти вызовы обоснована реализация программного решения, которое автоматически принимает запрос пользователя, анализирует его содержание, сопоставляет с профилями специалистов и затем адресует запрос к наиболее подходящему кандидату. В разрабатываемом программном обеспечении необходимо реализовать ключевые функции: семантический анализ запроса, выбор кандидата по компетенциям и загрузке, маршрутизация запроса и контроль отклика.

Обработка входной информации начинается с текстового запроса: модуль NLP-анализа извлекает смысловые характеристики, ключевые слова и тематическую направленность обращения [4,5]. На основе этого производится сопоставление с базой данных специалистов, где каждый профиль содержит навыки, специализацию и текущую загруженность. Алгоритм оценки кандидатов учитывает соответствие компетенций и запроса. После этого система инициирует передачу запроса выбранному набору специалистов. Всё решение построено с модульной и масштабируемой архитектурой, что позволяет интегрировать его в существующие рабочие процессы и легко адаптироваться к изменяющимся нагрузкам.

В архитектуре предлагаемой системы выделены основные подсистемы: приём и анализ текста, база данных специалистов с актуальными профилями, выбор кандидата по заданным критериям и модуль маршрутизации. Такая модульная структура позволяет обеспечить гибкость: можно менять алгоритмы анализа и оценки, расширять базу навыков, масштабировать систему на большее число специалистов и запросов, а также интегрировать с внешними системами. Результатом внедрения такого решения становится снижение времени обработки пользовательских запросов, повышение точности назначения специалистов — что в совокупности ведёт к повышению качества обслуживания, уменьшению нагрузки на операторов маршрутизации и уменьшению числа ошибок назначения специалистов.

Таким образом, проектируемое программное обеспечение целевой адресации текстовых запросов к специалистам представляет собой современное решение, основанное на принципах интеллектуальной адресации задач и автоматизации рабочих процессов. Такой подход обеспечивает эффективное, масштабируемое и адаптивное распределение обращений на основании анализа текста, профилей специалистов и показателей качества отклика.

#### *Библиографический список*

1. Овечкин Г.В., Крошилилин А.В., Крошилилина С.В., Саморукова О.Д. Моделирование процессов управления в организационных системах на основе теории нечетких когнитивных карт // Вестник РГРТУ. №91 - Рязань: РГРТУ, 2025. – 210 с.

2. Перепелкин Д.А., Попова А.А., Крошилилин А.В., Крошилилина С.В. Компьютерное моделирование процессов поддержки принятия решений врача-стоматолога на основе семантических сетей // Вестник РГРТУ. №89 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 155 с.

3. Крошилилин А.В. Предметно-ориентированные информационные системы: учебное пособие / А.В. Крошилилин, С.В. Крошилилина, Г.В. Овечкин. — Москва: КУРС, 2023. — 176 с. — (Естественные науки).



4. What Is Task Routing? How to Automate Workflows Smartly [Электронный ресурс] // ClickUp Blog. — Режим доступа: <https://clickup.com/blog/task-routing/>. Дата обращения: 19.10.2025.

5. Жулева С.Ю., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Саморукова О.Д. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник РГРТУ. №88 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 142 с.

## **МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СХОЖЕСТИ**

А.П. Бабаян

Научный руководитель – Дмитриева Т.А., к.т.н., доцент

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

Современные методы оценки семантической схожести текстов представляют собой совокупность подходов, объединяющих лингвистический анализ, вероятностные модели и искусственные нейронные сети. Эти методы применяются в задачах информационного поиска, машинного перевода, анализа тематической близости и автоматической проверки самостоятельных ответов студентов.

К ранним метрикам принадлежат индекс Жаккара, алгоритм шинглов и расстояние Левенштейна. Индекс Жаккара измеряет сходство между множествами токенов, отражая процент совпадений по содержанию, но игнорируя порядок слов и контекст. Преимуществами метода являются простота вычислений и универсальность применения, однако он не учитывает смысловую составляющую, различая синонимичные выражения как несхожие.

Алгоритм шинглов разбивает текст на последовательности слов длиной от трех до десяти позиций. Он улучшает результаты при поиске плагиата или дублирования, но эффективность напрямую зависит от параметров выборки и частоты смысловых повторов [1].

Расстояние Левенштейна вычисляет минимальное количество элементарных операций (вставка, удаление, замена), необходимых для преобразования одной строки в другую. Этот метод успешно применяется для коротких текстов, в частности при проверке орфографии и машинного перевода, но теряет точность на длинных документах.

Следующим шагом эволюции стали TF-IDF и BM25. Метод TF-IDF рассчитывает весовое значение каждого термина, учитывая частоту его появления в документе и редкость в корпусе. Это позволило формализовать понятие «релевантности» документа по запросу. BM25, как модификация TF-IDF, корректирует влияние длины документов и плотности ключевых слов. Данная функция, разработанная Робертсоном и Спарк Джонсом, основана на вероятностной модели релевантности и учитывает более сложные зависимости между частотой термина и позицией слова в тексте. Несмотря на улучшения, BM25 по-прежнему недостаточно отражает контекстные связи слов и их синтаксические функции.

Наиболее значительный прогресс достигнут с внедрением глубоких нейронных сетей. Ранние рекуррентные и сверточные модели позволяли учитывать последовательность и взаимозависимости слов, но с появлением архитектуры трансформеров стало возможным моделировать контекст в обоих направлениях.

Модель BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) — двунаправленный энкодер, обучающийся предсказывать маскированные токены на основе окружающего контекста. Это обеспечивает глубокое понимание семантических оттенков текста, а также возможность определения логической связи между предложениями. В отличие от предыдущих моделей, BERT не требует жёсткого порядка обработки текста, что ускоряет обучение и повышает качество результата.

Для оценки семантической близости текстов, представленных в векторной форме, ключевым инструментом является косинусное сходство (cosine similarity) [2]. Оно измеряет угол между двумя векторами в многомерном пространстве и определяется формулой:

$$\cos(\theta) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \cdot \|B\|}$$

где  $A$  и  $B$  — векторные представления текстов,  $A \cdot B$  — скалярное произведение, а  $\|A\|$  и  $\|B\|$  — нормы векторов.

Результирующее значение находится в диапазоне от -1 до 1:

- при 1 векторы совпадают полностью (тексты идентичны по смыслу).
- при 0 — тексты ортогональны, то есть не имеют смысловой связи.
- при -1 — тексты противоположны по значению.

Преимуществом данного метода является независимость от длины документов, что обеспечивает корректность сравнения даже для текстов различного объема. В системах на основе TF-IDF косинусное сходство принимает значения в диапазоне от 0 до 1, так как отрицательные веса исключены.

Выходом при вычислении семантической схожести служит числовая метрика, отражающая степень смыслового совпадения между текстами. Для классических моделей значение представляет собой долю совпадающих токенов. Для вероятностных — вес термина, отражающий его важность. Для нейронных и трансформерных моделей (например, BERT или Sentence-BERT) — скалярное значение косинусного сходства между эмбединг-векторами, где более высокий коэффициент (ближе к 1) свидетельствует о большей смысловой близости.

#### *Библиографический список*

1. Янников И. М., Ершова М. В., Исенбаев А. Н. Методы и алгоритмы для поиска сходства между текстам // Интеллектуальные системы в производстве. 2024. Т. 22, № 2. С. 103–117. DOI: 10.22213/2410-9304-2024-2-103-113.
2. Sun R. Graph algorithms // The Essential Criteria of Graph Databases / Sun R. – 2024. – С. 161–221.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ТОВАРОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

А.Д. Брыков, А.В. Крошилин

Научный руководитель – Крошилин А.В., д.т.н., профессор

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

В условиях цифровой трансформации экономики повышение операционной эффективности организационных систем торговых предприятий является актуальной задачей. Одним из ключевых направлений такой оптимизации выступает автоматизация учета товарных потоков, традиционно характеризующихся высокой долей ручного труда и значительными операционными издержками [1, 2]. Автоматизация складского учета предоставляет инструменты для:

- анализа данных о движении товаров;
- состоянии запасов;
- загруженности складских мощностей;
- других важных показателей.

Это позволяет улучшать логистику и планировать закупки. Независимо от отрасли: торговля или производство, на складе должно быть внедрено специализированное программное обеспечение. Оно способно правильно организовать работу склада и торгового зала, благодаря этому уменьшить издержки организации.

Целью данного исследования является разработка методологического подхода к оценке влияния специализированного программного обеспечения для автоматизации учета товаров на повышение эффективности организационной системы предприятия. Объектом исследования выступают бизнес-процессы складского и товарного учета, а предметом – взаимосвязь между уровнем их автоматизации и ключевыми показателями эффективности организационной системы [3].

В рамках работы предполагается провести анализ существующих организационных процессов и выявить «узкие места», такие как:

- задержки в обновлении данных;
- дублирование функций;
- ошибки ручного ввода.

На основе проведенного анализа будет спроектирована архитектура и разработано программное обеспечение, ориентированное на устранение выявленных проблем [4]. Планируемый функционал системы включает:

- централизованное управление номенклатурой;
- оперативный учет остатков;
- автоматизацию инвентаризации;
- формирование релевантной аналитической отчетности.

Для оценки эффективности предлагаемого решения предполагается использовать систему количественных и качественных показателей, отражающих изменения в скорости выполнения операций, ресурсоемкости процессов и достоверности учетных данных. Дальнейшее исследование будет направлено на апробацию разработанного подхода и верификацию его результативности в реальных условиях функционирования торгового предприятия.

*Библиографический список*

1. Крошилилин А.В. Предметно-ориентированные информационные системы: учебное пособие / А.В. Крошилилин, С.В. Крошилилина, Г.В. Овечкин. — Москва: КУРС, 2023. — 176 с. — (Естественные науки).
2. Овечкин Г.В., Крошилилин А.В., Крошилилина С.В., Саморукова О.Д. Моделирование процессов управления в организационных системах на основе теории нечетких когнитивных карт // Вестник РГРТУ. №91 - Рязань: РГРТУ, 2025. – 210 с.
3. Жулева С.Ю., Крошилилин А.В., Крошилилина С.В., Саморукова О.Д. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник РГРТУ. №88 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 142 с.
4. Перепелкин Д.А., Попова А.А., Крошилилин А.В., Крошилилина С.В. Компьютерное моделирование процессов поддержки принятия решений врача-стоматолога на основе семантических сетей // Вестник РГРТУ. №89 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 155 с.

## **ПОВЫШЕНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ И УПРАВЛЯЕМОСТИ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА**

А.Д.Брыков, С.В. Крошилилина

Научный руководитель – Крошилилин А.В., д.т.н., профессор

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

Современная складская логистика требует высокого уровня прозрачности и управляемости процессов для обеспечения оперативности и точности принимаемых решений. Складская логистика представляет систему, которая позволяет управлять всеми запасами компании и их перемещением. Главной ее задачей является управление всеми складскими процессами и потоками. При этом должны выполняться три основных правила:

1. Контроль нужного количества товаров на складах;
2. Обеспечение высокого уровня хранения материальных ценностей;
3. Своевременная отгрузка и доставка.

Отсутствие единого информационного контура и ориентации на разрозненные данные создают существенные препятствия автоматизации процессов поддержки принятия решений в вопросах управления материальными потоками в предметно-ориентированных информационных системах [1, 2].

Настоящее исследование сфокусировано на решении данной проблемы через разработку концепции информационной системы, направленной на повышение прозрачности и управляемости складской логистики. В качестве гипотезы исследования выдвигается положение о том, что централизация данных учета в режиме реального времени, позволяет существенно повысить контроль над логистическими операциями [3, 4].

В рамках планируемой работы предполагается разработать требования к функционалу такой системы, включающему:

- инструменты онлайн-мониторинга остатков;
- сквозного отслеживания движения товарных единиц;
- использование технологий автоматической идентификации;
- формирования управленческих отчетов различных уровней;

- анализ ключевых показателей эффективности (KPI).

Особое внимание будет уделено вопросам обеспечения целостности данных и разграничения прав доступа для различных категорий пользователей.

Методология оценки предполагаемого эффекта будет базироваться на сравнительном анализе состояния процессов до и после внедрения системы. Критериями оценки выступают полнота и своевременность данных, доступных для анализа, скорость реагирования на отклонения и общий уровень управляемости складским хозяйством. Перспективой работы является апробация предложенной концепции и количественная оценка ее влияния на логистическую составляющую бизнеса.

#### *Библиографический список*

1. Крошилин А.В. Предметно-ориентированные информационные системы: учебное пособие / А.В. Крошилин, С.В. Крошилина, Г.В. Овечкин. — Москва: КУРС, 2023. — 176 с. — (Естественные науки).

2. Крошилина С.В., Перепелкин Д.А., Попова А.А., Крошилин А.В. Компьютерное моделирование процессов поддержки принятия решений врача-стоматолога на основе семантических сетей // Вестник РГРТУ. №89 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 155 с.

3. Овечкин Г.В., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Саморукова О.Д. Моделирование процессов управления в организационных системах на основе теории нечетких когнитивных карт // Вестник РГРТУ. №91 - Рязань: РГРТУ, 2025. – 210 с.

4. Жулева С.Ю., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Саморукова О.Д. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник РГРТУ. №88 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 142 с.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИК И АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ РАЗРАБОТЧИКОВ НА ОСНОВЕ GIT-РЕПОЗИТОРИЕВ**

И.В. Бурлаченко

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д.т.н., профессор

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию систем анализа продуктивности в командах разработки программного обеспечения. Проведено исследование современных методик и алгоритмов анализа активности разработчиков на основе данных систем контроля версий. Рассмотрены различные подходы к оценке вклада участников, выявлению социальных связей в командах и обнаружению аномалий в процессах разработки. Разработан программный прототип для сравнительного анализа рассматриваемых методов. Экспериментальные исследования подтвердили эффективность комплексного подхода для идентификации ключевых разработчиков и потенциальных рисков в проекте.

## **АРХИТЕКТУРА МУЛЬТИТЕНАНТНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ОСНОВЕ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

А.С. Васильева

Научный руководитель – Маркин А.В., к.т.н., с.н.с., доцент кафедры АСУ

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

На текущий момент, большинство организационных процессов образовательных учреждений — включая учёт учебных планов, расписаний и взаимодействие участников образовательного процесса — автоматизируется с помощью различных программных средств и информационных систем [1].

Наиболее распространённым решением является внедрение одной из систем управления обучением (LMS, Learning Management System), предоставляющих функционал для создания, хранения и распространения учебных материалов, а также организации учебного процесса с множественным пользовательским доступом через сеть Интернет [1].

Среди таких можно выделить Moodle, 1С: Колледж, iSpring и другие. Проведённый анализ показал, что большинство из них рассчитаны либо на работу в пределах одной образовательной организации, либо призваны решить только часть задач - предоставление учебных материалов и контроля успеваемости. Например, Moodle разворачивается в виде отдельного экземпляра монолитного ядра, требующего индивидуальной установки и обслуживания. Подобная модель приводит к повышенным затратам на внедрение, необходимости поддержки инфраструктуры и усложняет обновления [2, 3].

Кроме того, у монолитных архитектурных решений отмечаются следующие недостатки [2, 3]:

- ограниченная масштабируемость и сложность внедрения новых технологий;
- зависимость инфраструктуры и учебных ресурсов от локальных серверов, что повышает риски утраты или компрометации данных;
- использование закрытых форматов хранения материалов, затрудняющих интеграцию с другими системами;
- отсутствие гибких интерфейсов взаимодействия, таких как REST API;
- централизованная модель управления с единственным администратором, что ограничивает автономию участников учебного процесса образовательных организаций.

С ростом требований к функциональности образовательных систем – необходимости единой учётной записи, интеграции со сторонними сервисами и гибкого масштабирования – традиционные решения становятся менее эффективными. Современные пользователи ожидают унифицированные интерфейсы и доступ к образовательным ресурсам без привязки к конкретной организации [1, 4].

Эти запросы формируют объективную потребность в новых архитектурных решениях, обеспечивающих гибкость и независимость модулей, устойчивость к изменениям и возможность централизованного обслуживания множества образовательных организаций в рамках единой платформы [4].

В качестве замены монолитной архитектуры предлагается микросервисная, при которой система представляется как совокупность независимых программных модулей, взаимодействующих через унифицированные интерфейсы, способна удовлетворить запросы и заложить фундамент для будущего развития [2].

На основе анализа существующих решений была сформулирована цель — разработать архитектурную модель образовательной платформы, способную устранить ограничения монолитных систем и обеспечить масштабируемое взаимодействие множества образовательных организаций в рамках единой инфраструктуры.

Предложенная архитектура решает ключевые проблемы монолитных решений и обладает следующими преимуществами:

- высокая масштабируемость и отказоустойчивость за счёт распределённой структуры;
- возможность интеграции со сторонними системами через REST API;
- изоляция данных организаций без необходимости отдельного развертывания системы;
- единая учётная запись пользователя для всех сервисов;
- децентрализованное управление ролями и областями ответственности.

Схематическое представление архитектуры приведено на рисунке 1.

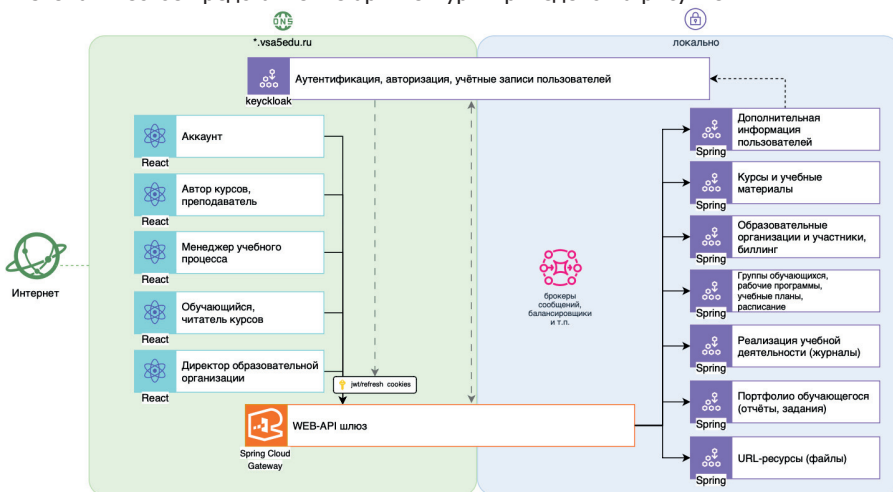


Рисунок 1 – Схема архитектуры проекта

Для демонстрации применимости предложенной архитектуры был реализован программный прототип образовательной платформы, включающий основные микросервисы.

Для клиентской части используется React, серверная часть реализована на Spring Boot. Каждый микросервис использует собственную PostgreSQL базу данных. Взаимодействие клиентской и серверной части использует протокол REST API, а сами запросы проходят через WEB-API шлюз, который проверяет общие ограничения и авторизацию. Аутентификация осуществляется посредством контроллера Keycloak. Авторизационные ключи хранятся в HTTP-Only Cookie-хранилище. Развёртывание осуществляется с помощью Docker Compose на удалённом VDS с поддержкой HTTPS и доменного доступа.

Разработка прототипа подтвердила применимость выбранных архитектурных решений: микросервисная модель упростила интеграцию новых модулей и масштабирование системы без нарушения работы других компонентов.

Полученные результаты демонстрируют потенциал предложенной архитектуры для построения глобальной образовательной платформы с единой инфраструктурой и распределённой логикой управления.

#### *Библиографический список*

1. Использование LMS Moodle в образовании [Электронный ресурс] // CyberLeninka — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-lms-moodle-v-obrazovanii/viewer> (дата обращения: 25.10.2025).

2. Moving From Monolithic To Microservices Architecture for Multi-Agent Systems [Электронный ресурс] // arXiv, 2025. — Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2505.07838> (дата обращения: 25.10.2025).

3. Fidalgo-Blanco Á., Sein-Echaluce M.L., García-Peñalvo F.J.

A software architecture perspective about Moodle flexibility for supporting empirical research of teaching theories [Электронный ресурс] // Education and Information Technologies, 2020. — Режим доступа: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-020-10291-4> (дата обращения: 25.10.2025).

Tan, J., Zhang, X., & Zhang, Y.

4. Экономическое обоснование выбора архитектурных решений при проектировании веб-приложений [Электронный ресурс] // CyberLeninka — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskoe-obosnovanie-vybora-arhitekturnyh-resheniy-pri-proektirovanii-veb-prilozheniy> (дата обращения: 25.10.2025).

## **ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

С.Р. Галимова

Научный руководитель – Сандаков В.Д., к.т.н., доцент

**Казанский государственный энергетический университет**

В условиях цифровизации экономики и роста объёмов информации особую роль в управлении современными организациями начинают играть интеллектуальные технологии. Одним из наиболее перспективных направлений является внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в системы поддержки управленческих решений (СППР). Использование алгоритмов машинного обучения и аналитических моделей позволяет существенно повысить эффективность управленческих процессов, обеспечить адаптивность организаций к изменениям внешней среды и улучшить качество принимаемых решений.

Системы поддержки управленческих решений предназначены для обработки больших объёмов данных, выявления закономерностей и формирования рекомендаций для руководителей. Традиционные СППР включают базы данных, модели анализа и интерфейсы взаимодействия с пользователем. Однако в последние годы их функциональность значительно расширилась за счёт внедрения технологий искусственного интеллекта, таких как нейронные сети, методы обучения с учителем и без учителя, обработка естественного языка и интеллектуальные агенты [4].



Современные СППР с элементами ИИ применяются в различных сферах: экономике, здравоохранении, логистике, образовании, государственном управлении. Например, системы прогнозирования спроса используют машинное обучение для определения оптимальных объёмов производства и запасов. В банковском секторе ИИ помогает оценивать кредитные риски, а в кадровом управлении — анализировать производительность сотрудников и предлагать решения по развитию персонала [1].

Интеграция ИИ в управленческие процессы обеспечивает целый ряд преимуществ. Во-первых, повышается точность прогнозирования и анализа. Машинные алгоритмы способны учитывать множество факторов, которые трудно оценить традиционными методами. Во-вторых, сокращается время реакции на изменения внешней среды, что особенно важно для динамичных отраслей. В-третьих, снижается нагрузка на управленческий персонал и уменьшается влияние человеческого фактора на процесс принятия решений [3].

Тем не менее, внедрение ИИ в организационные системы сопровождается рядом проблем. К числу основных относятся: недостаток качественных данных для обучения моделей, необходимость защиты конфиденциальной информации, высокая стоимость внедрения и дефицит квалифицированных специалистов в области анализа данных. Важным фактором успеха является также формирование цифровой культуры в организации и готовность сотрудников использовать интеллектуальные системы в своей работе [5].

Перспективным направлением развития является создание гибридных СППР, объединяющих аналитические модели, экспертные знания и машинное обучение. Такие системы способны не только анализировать данные, но и объяснять логику принимаемых решений, что повышает доверие пользователей к результатам. В будущем широкое распространение получат интеллектуальные ассистенты для руководителей, которые смогут предлагать сценарии развития событий, оценивать риски и рекомендовать оптимальные управленческие стратегии [2].

Внедрение искусственного интеллекта в системы поддержки управленческих решений открывает новые возможности для повышения эффективности управления организациями. Интеллектуальные технологии позволяют принимать более обоснованные решения, оптимизировать ресурсы и ускорять адаптацию предприятий к изменениям внешней среды. В долгосрочной перспективе можно ожидать формирования полностью автономных управленческих систем, основанных на принципах самообучения и предиктивной аналитики. Это будет способствовать дальнейшему развитию цифровой экономики и переходу организаций к более высокому уровню технологической зрелости.

#### *Библиографический список*

1. Бауэрсок К., Клосс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок. — М.: Инфра-М, 2021. — 640 с.
2. Норенко И. В., Кузнецова О. А. Интеллектуальные информационные системы: теория и практика. — СПб.: Питер, 2020. — 384 с.
3. Ляпунов А. И., Трофимов А. А. Методы искусственного интеллекта в управлении. — М.: Наука, 2019. — 296 с.
4. ГОСТ 7.1–2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. — М.: Стандартинформ, 2004.
5. Семёнов П. В., Кузьмин И. П. Системы поддержки принятия решений в цифровой экономике. — М.: Финансы и статистика, 2022. — 352 с.

## ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ В КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

А.А. Гамбаров

Научный руководитель – Андрианова Е.Г., к.т.н., доцент  
**МИРЭА – Российский технологический университет**

### *1. Введение*

Проектирование баз данных в Китайской Народной Республике (КНР) следует международным стандартам, однако инструментальная экосистема КНР имеет ярко выраженную национальную специфику. Учитывая крепнущие экономические и технические связи между Российской Федерацией и КНР, изучение особенностей практического проектирования баз данных в КНР является актуальным.

### *2. Основные инструменты проектирования*

Помимо традиционных инструментов (Microsoft Visio, Lucidchart, ER/Studio), в КНР широко распространены недорогие локальные решения, популярные в госсекторе и среди малого и среднего бизнеса, благодаря наличию поддержки китайского языка и интеграции с китайскими ERP-системами (Kingdee, Youyou). Критически важным аспектом является наличие глубокой интеграции систем баз данных с облачными сервисами местных провайдеров: Alibaba Cloud (阿里云), Tencent Cloud (腾讯云) и Huawei Cloud (华为云). Эти облачные платформы предлагающие встроенные инструменты для моделирования данных, проектирования схем БД, поддержке реверс-инжиниринг, также тесно связаны с проприетарными СУБД КНР (PolarDB, TDSQL) и системами с открытым исходным кодом (MySQL, PostgreSQL), что позволяет быстро переходить от логической модели к развернутому экземпляру в облаке. Проектирование баз данных в КНР требует соблюдения строгих нормативных требований (MLPS 2.0, PIPL). Используемые инструменты должны упрощать классификацию данных, определение политик шифрования на уровне схемы и аудит данных, делая соответствие нормативным требованиям неотъемлемой частью рабочего процесса.

### *2. Ключевые отличия от практик других стран*

Таким образом, отличия практического проектирования баз данных в КНР обусловлены в первую очередь регуляторной средой, масштабом пользовательской базы и глубокой интеграцией с местными экосистемами. Строгое регулирование: Законы (Cybersecurity Law, Data Security Law, Personal Information Protection Law) предъявляют жесткие требования к хранению и обработке данных. Концепция суверенитета данных требует, чтобы критически важные данные хранились на серверах внутри КНР, что приводит к проектированию географически распределенных и шардированных архитектур уже в начале проектирования БД. Схемы обязаны включать поля для аудита доступа и теги классификации данных согласно MLPS. Ориентация на масштаб: Даже провинциальные сервисы проектируются с расчетом на миллионы одновременных пользователей. В качестве решения по умолчанию часто выбираются распределенные NewSQL-базы данных (например, TiDB) или шардированные кластеры MySQL, а не монолитные SQL-системы, распространенные на Западе. Интеграция с супер-приложениями: Схемы данных должны быть спроектированы для взаимодействия с экосистемами WeChat, Alipay и других платформ. Это включает в себя специальные таблицы для логирования транзакций, соответствующие API, и поля для хранения уникальных идентификаторов (например, WeChat OpenID), что напрямую влияет на связи между

таблицами и атрибуты.

### *3. Пример модели базы данных*

В качестве примера можно рассмотреть упрощенную модель системы управления пользователями для китайской электронной коммерции, структура которой наглядно демонстрирует влияние местных практик. Основная таблица пользователей включает такие поля, как распределенный уникальный идентификатор для горизонтального масштабирования, идентификатор из WeChat для интеграции с экосистемой супер-приложений, а также зашифрованный номер телефона и хеш номера удостоверения личности, что продиктовано строгими требованиями закона PIPL к защите персональных данных. Схема дополняется обязательными регуляторными элементами: в профиле пользователя присутствует поле для классификации уровня конфиденциальности данных согласно MLPS, а адреса хранятся в зашифрованном виде с использованием стандартных национальных кодов регионов. Наконец, комплексное логирование всех действий пользователя в отдельной таблице является прямым техническим откликом на требования законов о кибербезопасности, обеспечивая полный аудиторский след. Таким образом, проектирование изначально закладывает в схему данные меры для обеспечения масштабируемости, интеграции с локальными платформами и, что критически важно, соответствия жёсткому национальному регулированию.

### *4. Реальный пример: Библиотека Пекинского Политехнического Института*

Библиотека Пекинского Политехнического Института (BIT) реализует современные принципы проектирования, отражающие глобальные тренды и национальные требования, учитывающие специфику проектирования БД в КНР. Архитектура BIT Многоуровневая распределенная система с разделением на кластеры для транзакций, аналитики и цифровых активов. Обеспечивает масштабируемость, высокую доступность и соблюдение суверенитета данных (хранение персональных данных в пределах Китая). Управление данными: Внедряются передовые практики, такие как автоматическое тегирование метаданных и конвейеры обеспечения качества данных. Интеграция: Услуги доступны через WeChat-платформу и мобильное приложение. Проектирование базы данных API-ориентированное и модульное, с поддержкой аутентификации через национальные системы верификации и сторонние платформы. Безопасность и соответствие: Глубокая интеграция механизмов контроля доступа согласно MLPS. Каждый запрос к чувствительным данным регистрируется, а схема включает поля классификации для применения ролевой модели доступа.

### *Библиографический список*

1. 北京理工大学图书馆2025年度研究课题拟立项项目公示 // 北京理工大学图书馆 URL: <https://lib.bit.edu.cn/engine2/d/10625163/2047535/0> (дата обращения 30.10.2025)
2. 北京理工大学2025软件工程计算机毕业设计课题选题参考目录 // CSDN URL: [https://blog.csdn.net/weixin\\_39709134/article/details/140631651](https://blog.csdn.net/weixin_39709134/article/details/140631651) (дата обращения 30.10.2025)
3. Суй Цзяньго ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОНОМИК ЕВРАЗИЙСКИХ СТРАН НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ // Известия СПбГЭУ. 2024. №1 (145). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-ekonomik-evraziyskih-stran-na-sovremennom-etape> (дата обращения: 30.10.2025).

## **ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ: ОТ КАЛЕНДАРЕЙ К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ СИСТЕМАМ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ**

О.А. Григорьев

Научный руководитель – Крошилин А.В., д.т.н., профессор

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

В докладе рассматривается историческая и технологическая эволюция систем планирования — от простых бумажных календарей до современных интеллектуальных систем, использующих искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение. Актуальность темы обусловлена растущей сложностью управления задачами как на уровне индивидуума, так и в корпоративной среде, что требует перехода от реактивного к проактивному и предиктивному планированию.

Ключевые технологические вехи, определившие развитие отрасли, включают:

- переход к цифровой автоматизации и появление первых программ-органайзеров;
- распространение облачных технологий, обеспечивших синхронизацию и коллективную работу;
- интеграцию искусственного интеллекта для анализа данных и прогнозирования.

Современные тренды фокусируются на предиктивной аналитике, позволяющей предсказывать сроки и загрузженность, а также на контекстных интеллектуальных помощниках, которые адаптируют планы в реальном времени на основе изменяющихся условий и приоритетов пользователя.

Несмотря на значительный прогресс, анализ уровня зрелости современных систем выявляет ряд нерешённых проблем:

- сложность интеграции в гетерогенные корпоративные ландшафты;
- «слепые зоны» в прогнозировании из-за неполных или зашумленных данных;
- вопросы доверия пользователей к решениям, предлагаемым ИИ;
- риски, связанные с безопасностью и конфиденциальностью персональных и корпоративных данных.

Прогноз развития на ближайшие годы связан с углублённой персонализацией, использованием естественно-языковых интерфейсов для постановки задач, а также с созданием сквозных систем корпоративного планирования, которые будут объединять стратегические цели компании с операционными задачами сотрудников. Научная новизна заключается в системном анализе эволюции парадигм планирования и синтезе критериев для оценки следующего поколения интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

Практическая значимость работы связана с применением её выводов для выбора, внедрения и разработки более эффективных систем управления задачами и проектами в бизнесе и повседневной жизни.

### *Библиографический список*

1. Арбатовский М.И., Максимова Т.Г. Комбинированный метод планирования релизов в Agile-командах на основании генетических алгоритмов // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 4. С. 60–68. DOI: 10.17586/2713-1874-2024-4-60-68.

2. Семенкина О.Е., Липинский Л.В., Попов Е.А. Козволюционный самонастраивающийся алгоритм для выбора приоритетов операций в иерархической задаче составления расписания // Динамика систем, механизмов и машин. 2021. Т. 9. № 4.

3. Писаревская И.С., Кожина В.О., Толмачева И.В. Оптимизация времени и достижение успеха: тайм-менеджмент в эпоху цифровых технологий // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 1 (51). С. 417. EDN: ATCOEN.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ОБ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНЫХ ФУНКЦИЙ ПОТЕРЬ В УМАР АЛГОРИТМЕ**

Л.А. Демидова

**МИРЭА – Российский технологический университет**

В настоящее время во многих вузах активно применяются современные интеллектуальные информационные технологии, предполагающие организацию взаимодействия студентов и преподавателей по тем или иным дисциплинам посредством цифровой среды. Так, в Институте информационных технологий (ИИТ) РТУ МИРЭА в весеннем семестре для студентов второго курса в процессе массового изучения дисциплины «Программирование на языке Питон» взаимодействие с цифровой средой реализовано с применением цифрового ассистента преподавателя (ЦАП), начиная с 2021 года [1]. В течение семестра каждый студент должен выполнить некоторое число обязательных уникальных упражнений (11 – в 2021 – 2023 и 2025 годах, 12 – в 2024 году), проверяемых ЦАП автоматически, для получения допуска к промежуточной аттестации в форме зачёта. При этом ЦАП накапливает в лог-журнале событий такие данные для каждого студента, как номер группы, номер упражнения, номер варианта, статус решения упражнения (успешная загрузка или нет), номер способа решения упражнения (если в статусе решения отмечена успешная загрузка), а также – дату и время загрузки очередного решения упражнения [2]. Следует отметить, что студент имеет возможность загрузить на проверку в ЦАП разные способы решения одного и того же упражнения.

Значительный интерес представляет выбор подхода к извлечению признаков из журнала лог-событий с целью описания активностей отдельных студентов в течение семестра. Извлеченные признаки могут быть использованы при формировании набора данных, каждая строка в котором описывает активность одного студента в процессе обучения в семестре. Этот набор данных может быть использован, в частности, при решении задачи кластеризации с целью выявления групп (кластеров), содержащих студентов, характеризующихся в процессе обучения похожим поведением, например, это могут быть кластеры, условно именованные как «нормальные студенты» (то есть студенты, работающие в течение всего семестра и успешно решающие все упражнения) и «подозрительные студенты» (то есть студенты, приступающие к решению упражнений в конце семестра и, возможно, не отличающиеся самостоятельностью при их решении) [2].

При формировании набора данных, описывающего активность студентов, в качестве признаков могут быть использованы длительность решения каждого упражнения каждым студентом, время начала решения каждого упражнения каждым студентом, число неуспешных решений каждого упражнения каждым студентом, число разных способов решения каждого упражнения, найденных успешно каждым студентом.

Так, например, активность каждого студента в 2025 году может быть представлена 11 признаками, характеризующими длительность решения 11 уникальных упражнений. Кроме того, к этим 11 признакам могут быть добавлены еще 11 признаков, характеризующих число неуспешных решений каждого упражнения до первого успешного решения этого упражнения. При необходимости число признаков, описывающих активность студента, может быть еще увеличено (на основе данных лог-журнала).

Визуализация многомерного набора данных в двухмерном пространстве может быть выполнена с применением UMAP алгоритма [3]. При том в качестве функции потерь могут быть использованы, в частности, взвешенная нечёткая перекрёстная энтропия (Weighted Fuzzy Cross Entropy) [4], нечёткая перекрёстная энтропия (Fuzzy Cross Entropy) [4], симметричная нечёткая перекрёстная энтропия (Symmetric Fuzzy Cross Entropy) [4] и интуитивистская нечёткая перекрёстная энтропия (Intuitive Fuzzy Cross Entropy) [4].

Результаты экспериментов на различных наборах данных (с разным составом признаков) показывают, что лучшие результаты вложения многомерных наборов данных в двухмерное пространство (с точки зрения отделимости и компактности кластеров) с последующей визуализацией обеспечивает функция потерь на основе нечёткой перекрёстной энтропии. Этот вывод подтверждается результатами расчета индекса кластерного силуэта для результатов кластеризации с применением k-means [5], DBSCAN [6] и HDBSCAN [7] алгоритмов.

#### *Библиографический список*

1. Demidova L.A., Andrianova E.G., Sovietov P.N., Gorchakov A.V. Dataset of Program Source Codes Solving Unique Programming Exercises Generated by Digital Teaching Assistant // Data. 2023. Vol. 8. pp. 109. <https://doi.org/10.3390/data8060109>.
2. Demidova L.A., Sovietov P.N., Andrianova E.G., Demidova A.A. Anomaly Detection in Student Activity in Solving Unique Programming Exercises: Motivated Students against Suspicious Ones // Data. 2023. Vol. 8. pp. 129. <https://doi.org/10.3390/data8080129>.
3. McInnes L., Healy J., Melville J. UMAP: Uniform manifold approximation and projection for dimension reduction // arXiv 2018. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1802.03426>.
4. Demidova L.A., Gorchakov A.V. Fuzzy Information Discrimination Measures and Their Application to Low Dimensional Embedding Construction in the UMAP Algorithm // Journal of Imaging. 2022. Vol. 8. pp. 113. <https://doi.org/10.3390/jimaging8040113>.
5. MacQueen J. Some methods for classification and analysis of multivariate observations // Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. 1967. pp. 281–297.
6. Ester M., Kriegel H.-P., Sander J., Xu X. A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise // KDD'96: Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. August 1996. pp. 226–231.
7. Campello R.J.G.B., Moulavi D., Sander J. Density-based clustering based on hierarchical density estimates // Advances in Knowledge Discovery and Data Mining. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 2013. pp. 160–172.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Д.И. Денисова

Научный руководитель – Дмитриева Т.А., к.т.н., доцент

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

В докладе рассматривается проблема автоматизированной оценки эмоционального состояния человека. Современное общество характеризуется возрастающим интересом к цифровым технологиям, позволяющим анализировать эмоциональное состояние человека на основе текста, речи, мимики и физиологических сигналов. Актуальность исследований в этой области определяется ростом объёмов текстовой информации в социальных сетях, а также потребностью в автоматизированных инструментах анализа эмоций для психологической поддержки и мониторинга благополучия пользователей программного обеспечения.

Несмотря на успехи в обработке естественного языка и компьютерном зрении, сохраняются проблемы многозначности выражений, влияния контекста, культурных и языковых особенностей. Недостаток интегрированных систем, способных не только распознавать эмоции, но и отслеживать их динамику с визуализацией и формированием рекомендаций, определяет актуальность разработки новых подходов, включая прикладные решения.

**Цель исследования:** повышение точности и информативности автоматизированного определения эмоционального состояния человека путём применения научно обоснованных методов анализа.

### **Задачи исследования:**

- проведение анализа предметной области;
- проведение обзора подходов к автоматизированной оценке эмоционального состояния человека;
- проведение обзора существующих аналогов программного обеспечения для анализа и классификации эмоционального состояния;
- разработка и реализация прототипа программного решения для автоматизированной оценки эмоционального состояния человека.

**Объект исследования:** область цифровых технологий и психологического мониторинга, направленных на анализ, отслеживание и улучшение эмоционального состояния человека. (Психология)

**Предмет исследования:** методы и алгоритмы обработки текстовой информации для распознавания и оценки эмоционального состояния человека, а также их интеграция в программные приложения.

### **Методы исследования:**

- аналитический метод — для изучения и систематизации литературных источников;
- сравнительный метод — для анализа и сопоставления существующих подходов и программных решений;

### **Анализ предметной области**

Автоматизированное распознавание эмоций (аффективные вычисления) объединяет методы компьютерного зрения, обработки речи, анализа текста и физиологических сигналов. Системы анализа эмоций применяются в образовании

(адаптивное обучение), здравоохранении (мониторинг эмоционального состояния пациентов), человеко-машинных интерфейсах, маркетинге и безопасности.

Основными преимуществами автоматизации являются масштабируемость, объективность и возможность непрерывного наблюдения. Однако большинство моделей демонстрируют высокую точность только в лабораторных условиях и требуют адаптации к реальным сценариям и индивидуальным различиям пользователей.

### **Существующие подходы**

Лексиконные методы, основанные на заранее созданных словарях, где каждому слову приписывается эмоциональная метка (радость, грусть, страх и т.д.). Такие подходы просты и легко интерпретируемы, но ограничены контекстом языка, на котором построен лексикон [1].

Модели глубокого обучения, использующие нейросети для извлечения признаков из текста, аудио и видео. Эти методы обеспечивают высокую точность и способны учитывать контекст, однако требуют больших объёмов размеченных данных и сложны для интерпретации.

Особый интерес представляют мультимодальные системы, объединяющие данные по лицевой мимике, речи и тексту. Они достигают высокой точности, что значительно превосходит одномодальные решения, но предъявляют высокие требования к качеству данных и вычислительным ресурсам [2].

### **Разработка прототипа**

На основе анализа предложено разработать прототип программного средства, включающий:

- дневник эмоций для фиксации текстовых записей пользователя;
- модуль автоматизированного анализа на основе моделей ИИ;
- визуализацию статистики эмоциональной динамики.

### **Выводы**

В ходе исследования выполнен анализ существующих подходов к автоматизированной оценке эмоций, выявлены преимущества и ограничения лексиконных и нейросетевых методов. Предложена концепция программного решения.

Разработка прототипа позволит реализовать персонализированный и доступный инструмент самонаблюдения, а также создать основу для последующих исследований в области аффективных вычислений и цифровой психологии.

### *Библиографический список*

1. Mohammad S. M. Best Practices in the Creation and Use of Emotion Lexicons [Электронный ресурс] / S. M. Mohammad. — arXiv preprint arXiv:2210.07206. — 2022. — Электрон. текст. данные. — Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2210.07206>
2. Lian H., Lu C., Li S., Zhao Y., Tang C., Zong Y. A survey of deep learning-based multimodal emotion recognition: speech, text, and face [Электронный ресурс] / H. Lian, C. Lu, S. Li, Y. Zhao, C. Tang, Y. Zong. — *Entropy*. 2023. — Электрон. текст. данные. — Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/e25101440>



## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНА ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ И ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ДАННЫХ

А.В. Елисеева

Научный руководитель – Дмитриева Т.А., к.т.н., доцент

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

В последние годы нарастающий интерес вызывает применение методов искусственного интеллекта (ИИ) и носимых устройств для персонализированного питания — то есть формирования индивидуальных рационов с учётом биометрических и поведенческих данных. Такая стратегия приобретает значение не только в сфере оздоровления и профилактики, но и в фитнесе, спортивной медицине и прикладной нутрициологии [1].

Персонализация питания предполагает анализ двух основных групп данных. Первая группа — биометрические и сенсорные данные: возраст, пол, вес, индекс массы тела (ИМТ), состав тела (процент жира/мышечной массы), данные о физической активности, режим сна, уровень стресса и показатели с носимых устройств. Вторая группа — поведенческие данные: пищевые привычки, время приёма пищи, предпочтения в продуктах, ограничения (аллергии, непереносимость), а также динамика изменений этих параметров. Синтез этих данных даёт возможность создавать адаптивные модели рационов, изменяющиеся во времени под влиянием состояния пользователя [2].

Для построения интеллектуальных систем питания применяются различные подходы машинного обучения. Классические методы — линейная и логистическая регрессия, метод опорных векторов, деревья решений и ансамблевые методы (Random Forest, градиентный бустинг) — используются для прогнозирования реакции организма на пищу (например, изменение гликемии, уровень насыщения) и ранжирования продуктов по «адаптированности» под конкретного пользователя. Эти алгоритмы обладают преимуществом относительно интерпретируемости и меньших аппаратных требований.

С другой стороны, глубокое обучение (нейронные сети) применимо для извлечения признаков из неструктурированных данных: изображения блюд (компьютерное зрение), временные ряды активности/сна, данные микробиома и секвенирования, текстовые отчёты о питании. Это позволяет значительно расширить набор входных данных и повысить точность рекомендаций при достаточном объёме обучающей выборки.

Кроме того, рекомендательные системы — популярный инструмент в данной области. Они используют подходы: **контентной фильтрации** (на основе характеристик продуктов: калорийность, макронутриенты, аллергенность) и **коллаборативной фильтрации** (учёт поведения других пользователей с похожими параметрами) [3]. Гибридные системы объединяют оба подхода и позволяют компенсировать их ограничения (например, проблему «холодного старта»).

Важным аспектом является интерпретируемость моделей. В медицинской и нутрициологической практике крайне важно понимать, почему система рекомендует тот или иной рацион — здесь применяются методы объяснимого ИИ (Explainable AI), позволяющие выделить ключевые переменные (например, уровень физической

активности или процент жира) и объяснить рекомендацию пользователю и специалисту.

Однако существуют и значительные проблемы. Во-первых, качество исходных данных часто неполно или неточно отражает реальные привычки пользователя (например, самозаписи, дневники питания). Решением является автоматизация сбора данных — использование сенсоров, интеграция с носимыми устройствами, распознавание блюд по фото [4]. Во-вторых, требуется верификация разработанных моделей на разных популяциях и клинических группах — многие решения пока носят пилотный характер. Также важны вопросы защиты персональных данных и этического использования ИИ-систем.

Таким образом, методы искусственного интеллекта имеют значительный потенциал для персонализированного формирования рационов питания, особенно при интеграции биометрических, поведенческих и сенсорных данных. В перспективе развитие таких систем позволит не только улучшить здоровье и профилактику заболеваний, но и повысить качество жизни за счёт индивидуального подхода к питанию.

#### *Библиографический список*

1. Тутельян В.А. Медицина будущего: роль искусственного интеллекта в оптимизации питания для здоровьесбережения населения России. – Науки о здоровье, 2024.

2. Рейбандт А.А., и др. Разработка модели и алгоритма агрегации и классификации данных для рекомендательной системы персонализированного питания. – Информационные технологии и управление, 2021.

3. Михайлов А.Н. Персонализация 2.0: как искусственный интеллект меняет подход к взаимодействию с клиентами. – Киберленинка, 2024.

4. Четверикова Е. Нейросеть-диетолог: разбираемся в правильном питании вместе с ИИ. – IZHILIFE, 25 июня 2024.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА ДЛЯ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ И КЛАССИФИКАЦИИ КОНТЕНТА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ**

П.В. Журавлев

Научный руководитель – Дмитриева Т.А., к.т.н., доцент

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

Социальные сети стали важнейшей платформой для обмена информацией, выражения мнений и формирования общественного дискурса. Ежедневно пользователи генерируют миллионы текстовых сообщений, комментариев и постов, содержащих ценную информацию об их отношении к различным событиям, продуктам и услугам. Анализ этих данных представляет значительный интерес как для исследователей социальных процессов, так и для бизнеса, стремящегося понять потребности целевой аудитории [1].

Обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP) – это междисциплинарное направление искусственного интеллекта, объединяющее компьютерную лингвистику, машинное обучение и глубокие нейронные сети для автоматической обработки и понимания человеческой речи [2]. В контексте

социальных сетей NLP решает задачи автоматической классификации текстов, выявления тематик обсуждений, идентификации именованных сущностей и, что особенно важно, определения эмоциональной окраски высказываний.

Анализ тональности текста (sentiment analysis) представляет собой класс методов, направленных на автоматическое определение эмоционального отношения автора к обсуждаемому объекту. Эмоциональная окраска может быть позитивной, негативной или нейтральной. Данный подход активно применяется для мониторинга репутации брендов, анализа отзывов клиентов, выявления деструктивного контента и прогнозирования общественных настроений.

Традиционные методы анализа тональности основывались на словарных подходах, использующих предварительно размеченные лексиконы с эмоциональными оценками слов. Однако такие подходы не учитывали контекстную зависимость значений слов и не могли обрабатывать сложные языковые конструкции, такие как ирония или сарказм [3].

Современные методы NLP базируются на глубоких нейронных сетях и трансформерных архитектурах. Ключевой особенностью является использование векторных представлений слов (word embeddings), которые кодируют семантическую информацию в многомерном пространстве. Рекуррентные нейронные сети (RNN) и их модификации, такие как LSTM (Long Short-Term Memory), способны учитывать последовательную структуру текста и контекстные зависимости между словами.

Прорывом в области NLP стало появление трансформерных архитектур, основанных на механизме внимания (attention mechanism). Модель BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), разработанная Google в 2018 году, использует двунаправленный анализ контекста, что позволяет учитывать окружение слова с обеих сторон одновременно [4]. Модели семейства GPT (Generative Pre-trained Transformer) от OpenAI используют однонаправленную архитектуру, оптимизированную для генерации текста.

Применение NLP-методов в социальных сетях открывает широкие возможности для автоматизации аналитических процессов. Системы мониторинга общественного мнения способны в режиме реального времени отслеживать упоминания брендов, продуктов или событий, оценивая эмоциональную окраску дискуссий. Компании используют sentiment-анализ для оценки эффективности маркетинговых кампаний, анализируя реакцию пользователей на рекламный контент [5].

Важным направлением является выявление деструктивного контента, включая токсичные комментарии, оскорбления и призывы к насилию. Нейросетевые классификаторы, обученные на размеченных данных, способны автоматически идентифицировать такие сообщения с точностью до 85–92%, значительно снижая нагрузку на модераторов.

Анализ тональности также применяется для персонализации пользовательского опыта. Алгоритмы рекомендательных систем учитывают эмоциональную окраску контента, предпочтительного пользователем, формируя более релевантные ленты новостей. Исследования показывают, что учет sentiment-показателей повышает вовлеченность пользователей на 15–20%.

Методы обработки естественного языка демонстрируют высокую эффективность при решении задач анализа и классификации контента в социальных сетях. Трансформерные архитектуры обеспечивают точность классификации на уровне 88–94% на стандартных бенчмарках, существенно превосходя традиционные подходы. Дальнейшее развитие технологий NLP связано с созданием мультязычных и

мультимодальных моделей, способных обрабатывать контент на различных языках с учетом культурного контекста. Внедрение этих методов способствует повышению качества модерации, улучшению пользовательского опыта и более глубокому пониманию динамики общественных процессов в цифровой среде.

#### *Библиографический список*

1. Девлин Дж. и др. BERT: предварительное обучение глубоких двунаправленных трансформеров для понимания языка // Материалы конференции NAACL-HLT. – 2019. – С. 4171–4186.
2. Радфорд А. и др. Языковые модели как универсальные мультизадачные обучающиеся // Технический отчет OpenAI. – 2019. – 24 с.
3. Лукашевич Н.В., Левчик А.В. Создание лексикона для анализа тональности русскоязычных текстов // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии. – 2016. – № 15. – С. 377–392.
4. Васильева Е.А., Смирнов И.В. Многоязычный анализ тональности текстов социальных сетей // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2021. – № 4. – С. 68–79.
5. Браун Т. и др. Языковые модели – это обучающиеся с небольшим числом примеров // Достижения в нейронных системах обработки информации. – 2020. – Т. 33. – С. 1877–1901.

### **ОБЗОР МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ И УКАЗАТЕЛЕЙ**

Д.Д. Зангин, С.В. Крошилина

Научный руководитель – Крошилилин А.В., д.т.н., профессор

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

Системы распознавания дорожных знаков являются критически важной составляющей для развития современных технологий помощи водителю и беспилотных автомобилей. Эти системы призваны повысить безопасность дорожного движения, обеспечивая своевременное информирование и поведение автономных систем [1, 2]. Ключевые задачи системы распознавания дорожных знаков и указателей: обнаружение: локализация потенциальных областей с дорожными знаками на изображении; классификация: идентификация конкретного типа знака (например, "ограничение скорости", "главная дорога", "стоп").

Существуют следующие методы компьютерного зрения [3, 4]:

Классические методы (на основе hand-crafted features). Эти методы доминировали до широкого распространения глубокого обучения.

- Обнаружение: Использование цветовых моделей (HSV, HSL) для сегментации характерных цветов знаков (красный, синий, белый). Методы, основанные на форме (например, преобразование Хафа для окружностей и многоугольников).
- Классификация: Извлечение инвариантных признаков (SIFT, HOG) и использование классических классификаторов (SVM, Random Forest, k-NN).

Преимущества метода: Высокая интерпретируемость, низкие вычислительные затраты. Недостатки метода: Низкая устойчивость к изменению освещенности, погодных условий, частичной окклюзии, поворотам и масштабированию.

Методы на основе глубокого обучения (Deep Learning). Современный стандарт, показавший революционную точность и надежность.

- Обнаружение и классификация: Используются сверточные нейронные сети (CNN, Convolutional Neural Networks). Процесс часто объединяется в единый конвейер;

- Двухэтапные детекторы (R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN): Сначала генерируют регионы-кандидаты, затем классифицируют их. Точны, но относительно медленны.

- Одноэтапные детекторы (YOLO, SSD, RetinaNet): Выполняют обнаружение и классификацию за один проход по сети.

- Обеспечивают высокую скорость, что критично для реального времени, при сохранении высокой точности.

Преимущества метода: высокая точность и устойчивость к вариациям освещения, ракурса, погоды; способность обучаться сложным признакам непосредственно из данных. Недостатки метода: требуют больших размеченных datasets (например, GTSRB, TT100K), значительных вычислительных ресурсов для обучения, являются "черным ящиком".

Гибридные методы. Комбинируют классические подходы и глубокое обучение для баланса между скоростью и точностью.

- Классическое обнаружение + CNN-классификация: Быстрые методы (например, цветовая сегментация) используются для генерации регионов-кандидатов, а компактная CNN-сеть производит их точную классификацию.

- Использование нейросетевых детекторов на предобработанных изображениях. Применение фильтров для улучшения качества изображения (повышение контрастности, подавление шума) перед подачей на вход нейронной сети.

Преимущества метода: повышение скорости работы по сравнению с чистыми методами глубокого обучения; снижение требований к вычислительным ресурсам. Недостатки метода: наследуют часть недостатков классических методов (например, зависимость от цветовой сегментации).

Сфера распознавания дорожных знаков на основе компьютерного зрения является особенно актуальной в области автономного транспорта. Существует необходимость моделировать, анализировать и осуществлять управление различными элементами предметной области в реализуемой информационной системе [5, 6]. Происходит интенсивное развитие указанной области и смещение фокуса с задач детектирования в идеальных условиях к созданию всепогодных, надежных и энергоэффективных информационных систем, интегрированных в общую архитектуру. Дальнейший прогресс напрямую связан с развитием алгоритмов, способных к непрерывному обучению и адаптации в изменчивой дорожной обстановке.

#### *Библиографический список*

1. Крошилин, А. В. Предметно-ориентированные информационные системы / А. В. Крошилин, С. В. Крошилина, Г. В. Овечкин. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательство "КУРС", 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-907535-96-1. – EDN XBPJ1W.

2. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения / О. Д. Саморукова, А. В. Крошилин, С. В. Крошилина, С. Ю. Жулева // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета.

– 2024. – № 88. – С. 106-114. – DOI 10.21667/1995-4565-2024-88-106-114. – EDN TRJXHE.

3. Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы / Р. Клетте. – Москва: Техносфера, 2022. – 506 с.

4. Рой, Д. Компьютерное зрение. Передовые методы и глубокое обучение / Д. Рой, М. Терк. – Санкт-Петербург: Питер, 2023. – 432 с.

5. Компьютерное моделирование процессов поддержки принятия решений врача-стоматолога на основе семантических сетей / А. В. Крошилин, С. В. Крошилаина, Д. А. Перепелкин, А. А. Попова // Вестник Рязанского

6. Моделирование процессов управления в организационных системах на основе теории нечетких когнитивных карт / А. В. Крошилин, С. В. Крошилаина, 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.

## **КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**

И.А. Исаева

Научный руководитель – Андрианова Е.Г., к.т.н., доцент  
**МИРЭА – Российский технологический университет**

В докладе рассматривается концепция развития интеллектуального потенциала в условиях цифровой трансформации. В современном мире перед предприятиями стоит большое количество задач, связанных с непрерывным развитием информационных технологий. Эти задачи можно разделить на три категории:

- технологические задачи: задачи, связанные с необходимостью постоянного обновления технических компетенций для «удержания» уровня своей квалификации работником; цифровой разрыв между разными поколениями сотрудников.

- организационные задачи: необходимость гибких организационных структур (например, сетевых организаций); изменение моделей карьеры (увеличение количества людей, занятых в проектной работе); декомпозиция традиционных должностей на цифровые роли.

- управленческие задачи: необходимость качественного управления распределенными командами; трансформация стилей лидерства в цифровой среде; поиск баланса между автоматизацией и человеческим капиталом.

В качестве примеров того, к чему может привести неправильное внедрение информационных технологий в деятельность предприятий, можно выделить риск цифрового выгорания [1], конфликт традиционной и цифровых культур.

Можно сказать, что при переходе к цифровой экономике не компании конкурируют друг с другом, а их модели компетенций. И кто быстрее научится развиваться и применять цифровые навыки – тот окажется в выигрыше. В целом, модель цифровых компетенций организации призвана закрепить набор специальных и универсальных компетенций сотрудников, соответствующих их профессиональной компетенции [2].

Модель цифровых компетенций предприятия – это система требований к знаниям, навыкам и способностям сотрудников, которые нужны для эффективной работы в

цифровой среде. Она описывает не только технические знания каждого из сотрудников, но и управленческие и стратегические аспекты цифровизации.

Модель цифровых компетенций строится на трех взаимосвязанных уровнях, которые включают в себя индивидуальные компетенции, командные компетенции, организационные компетенции.

Индивидуальные компетенции связаны с навыками конкретных людей работать в цифровой среде. Сюда относится и техническая грамотность, знания в области использования офисных программных продуктов, знания в области алгоритмов и основ программирования; и возможности цифрового взаимодействия, в том числе умение использовать средства работы в виртуальных командах, проведение аудио- и видеоконференций, знание цифрового этикета.

Командные цифровые компетенции связаны с возможностями обеспечения взаимодействия и коммуникации в цифровой среде, управление удаленными командами.

Организационные цифровые компетенции включают в себя использование ИТ-средств для аналитики и принятия управленческих решений, а также внедрение в деятельность предприятия цифровой экосистемы.

Говоря про использование модели цифровых компетенций предприятия с учетом интеллектуального потенциала в цифровой экономике, первоначально необходимо оценить готовность предприятия в целом, и сотрудников предприятия в частности (так как они являются основой интеллектуального потенциала предприятия) к цифровым изменениям. Для оценки готовности можно учитывать цифровую грамотность сотрудников предприятия; уровень использования цифровых инструментов при осуществлении деятельности сотрудниками; технологическую платформу для внедрения цифровых изменений; систему поддержки цифрового обучения сотрудников для развития их интеллектуального потенциала.

Интеллектуальный потенциал предприятия – динамически изменяющаяся величина, и для получения максимального конкурентного преимущества необходимо непрерывное развитие интеллектуального потенциала сотрудников. Можно внедрить модуль развития интеллектуального потенциала в цифровую экосистему предприятия, который бы позволял:

- проводить диагностику интеллектуального потенциала за счет регулярной оценки компетенций и построения персональных траекторий развития;
- развивать интеллектуальный потенциал сотрудников с использованием обучающих информационных технологий, в том числе онлайн-вебинаров, обучение с элементами геймификации и симуляции.
- развивать практикоориентированные компетенции за счет использования цифровых «песочниц», внедрения и поддержки кросс-функциональных проектов, стажировки в цифровых подразделениях.

Концепция развития интеллектуального потенциала предприятия позволяет бизнесу снижать риски, которые связаны с внедрением элементов цифровой трансформации, разрабатывать корпоративные образовательные стандарты, позволяет строить для сотрудников индивидуальные траектории персонального роста и позволяет системно подойти к развитию интеллектуального потенциала в условиях цифровой трансформации.

*Библиографический список*

1. Попов П., VC, Цифровое выгорание: почему оно неизбежно и как с ним бороться [Эл. ресурс] - <https://vc.ru/id4525336/1824954-cifrovoye-vygoranie-pochemu-ono-neizbezhno-i-kak-s-nim-borotsya> (дата обращения: 22.10.2025)
2. Полянская В.А., Кузнецов В.П., Современная модель цифровых компетенций сотрудников промышленных предприятий // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2023. №4 (72).

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ЗАЩИЩЕННОСТЬ В СТРУКТУРАХ  
ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

Т.И. Калинин, С.В.Чернышёв

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

Расширение объемов работ по разработке программного обеспечения в различных отраслях реальной экономики, производственной сферы, финансового сектора и потребительского рынка приводит к становлению и организации в инфраструктуре российских вузов отдельных лабораторий, центров, КБ, НИИ, являющихся структурами программной инженерии (СПИ). Организационное построение, аппаратное наполнение, а также программно-инструментальное и программно-прикладное обеспечение каждой такой структуры имеют базовые схожести и свои особенности. Общим их недостатком являются нерешенные вопросы защищенности информационных ресурсов и конечных продуктов программных разработок.

Как показали проведенные исследования, СПИ базируются на общих принципах технической реализации и функционирования, использующих разветвленные корпоративные информационно-вычислительные сети (ИВС), к которым можно применить единые подходы информационной защищенности. К таким общим принципам, а также к недостаткам их построения можно отнести следующие.

1. ИВС СПИ представляет собой, как правило, локальные вычислительные сети, построенные по топологии типа «звезда». ИВС базируются на внутренних серверах (включающих файловые сервера), на выделенных серверах для доступа в общую сеть вуза, высокоскоростных (10 Гб) и низкоскоростных (1Гб) много портовых коммутаторах, RAID-массивах. Ресурсы ИВС, как правило, распределяются по задачам.

Рабочие места с ПЭВМ закреплены за каждым работником. Возможность работы на ПЭВМ осуществляется с помощью персонального идентификатора и пароля. Каждый работник работает за своим компьютером. При необходимости, на его компьютер может «зайти» другой исполнитель, при использовании идентификатора и пароля «хозяина» для данного рабочего места.

Однако, общая структурная схема ИВС и ее описание, включающее дополнения по актуализации, в большинстве своем отсутствуют. Система видеонаблюдения критически важных локаций (входные двери, сервера, закрываемые сейфы и шкафы с бумажными документами и электронными носителями) не используется. Порядок назначения и переназначения персональных идентификаторов и паролей не разрабатывается, соответствующий журнал учета не ведется.

2. Файловый обмен между разработчиками внутри ИВС осуществляется через файловый сервер. Специальные привилегии, паролевый доступ для получения



ресурсов не используются. Для части ресурсов пользователи имеют доступ только по чтению. Положительно, что, как правило, прямого доступа к информации с одного рабочего компьютера к другому нет, т.е. на компьютерах рабочих мест папки с общим доступом отсутствуют.

Однако, регламенты по обработке информации, в том числе, организация доступа к файловым хранилищам не имеется. Степени критичности хранимых и создаваемых ресурсов не определяются.

3. В качестве сетевых сервисов в корпоративных ИВС используются внутренняя корпоративная почта, внутренние чаты, DNS, Web-сайт, системы заявок, базы с нормативными документами, например - «Консультант». Также развернуты NAT и межсетевые экраны для защиты от внешнего проникновения.

В большинстве своем системные администраторы и администраторы информационной безопасности ИВС приказами СПИ, или по вузу не назначаются, их должностные обязанности не определены. Их функции, как правило, выполняются работниками по распоряжению руководителя.

4. Для передачи информации с каждого рабочего места за пределы СПИ, используются выходы в глобальную сеть Интернет, обеспечиваемые ресурсами серверного центра вуза, который также дает возможность работы с информационными ресурсами общевузовской сети и с электронной почтой. Как правило, служебная почта по именным служебным адресам доступна только с рабочих мест и доступа извне к ней нет. Работники СПИ вправе иметь «личные» почтовые адреса других сетевых провайдеров. Обмен большими объемами информации как со стороны СПИ, так и со стороны заказчиков обеспечивается ftp-серверами, которые развернуты в серверном центре вуза.

Регламенты передачи и обмена информацией с заказчиками через ftp-сервера отсутствуют, так же как и правила, определяющие использование «личных» почтовых адресов работниками СПИ для переписки с представителями заказчика и коллегами.

5. Кроме рабочих станций на рабочих местах исполнители используют служебные переносные мобильные компьютеры, съемные винчестеры, флеш-накопители, CD, DVD носители. Для работы у заказчика применяются служебные мобильные компьютеры, в отдельных случаях они могут использоваться для работы на дому или в отдаленном режиме. Не исключена возможность работы исполнителей с «личными» мобильными информационными носителями.

Однако, регламенты использования и хранения мобильных компьютеров, а также внешних служебных и «личных» мобильных носителей информации не устанавливаются.

6. В СПИ может использоваться разнообразное сетевое и прикладное ПО, используемое для разработок. Как правило, порядок хранения дистрибутивов и установки сетевого и прикладного ПО для функционирования СПИ не разрабатывается.

7. В отдельных случаях при заключении договоров на выполнение НИОКР заказчиками работ в ТЗ могут выставляться требования по конфиденциальности выполнения задания, что потребует разработки документов, регламентирующих работы в режиме конфиденциальности.

8. Централизованное резервирование данных, файлов сетевых сервисов, разработанных программ и других информационных ресурсов в корпоративной ИВС, как правило, не производится. Это связано с отсутствием соответствующего

оборудования для хранения резервных копий большого объема из-за необходимости значительных финансовых вложений. Использование RAID-массивов в начальной стадии развития СПИ, является «палочкой-выручалочкой», однако в дальнейшем необходимо обеспечить аппаратную и программную поддержку общего резервирования информационных ресурсов корпоративной ИВС, что потребует разработки документы и регламентов, устанавливающих порядок резервного копирования данных.

Опираясь на вышеизложенное, следует, что для обеспечения достаточного уровня информационной защищенности СПИ целесообразно проводить работы в 2 этапа. На первом этапе осуществляются оперативные мероприятия, позволяющие решить задачи информационной защиты на минимально достаточном уровне, на втором этапе - доведение его до уровня достаточности. Рассмотрим обозначенные этапы более подробно.

#### Этап № 1.

1. Назначение приказом СПИ, или приказом по вузу системного администратора и администратора информационной безопасности корпоративной ИВС, разработка и административное закрепление их должностных обязанностей.

2. Разработка необходимых документов, регламентирующих работу по договорам работ с выполнением требований конфиденциальности (совместно с заказчиками работ).

3. Разработка порядка назначения и переназначения персональных идентификаторов и паролей исполнителей для работы на компьютерах рабочих мест через журнал учета паролей и персональных идентификаторов, хранящийся в выделенном сейфе.

4. Разработка регламентов использования электронной почты для служебных целей: внешней, вузовской, внутренней (ИВС СПИ), «личной». Доведение разработанных регламентов до исполнителей.

5. Разработка регламентов по обработке информации, с учетом ее критичности, а также документов по организации доступа к файловым ресурсам для исполнителей. Доведение этих документов до исполнителей.

#### Этап № 2.

1. Разработка порядка использования и хранения исполнителями внешних служебных и «личных» переносных компьютеров, а также мобильных носителей информации.

2. Разработка регламента режимов удаленной работы исполнителей.

3. Разработка порядка передачи и обмена информацией с заказчиком через ftp-сервера.

4. Разработка порядка хранения дистрибутивов и установки сетевого и прикладного ПО для работников СПИ.

5. Формирование технических требований к аппаратному и программному обеспечению систем резервного копирования данных. Разработка документов, устанавливающих порядок резервного копирования применяемых и разрабатываемых информационных ресурсов. Закупка технических средств, ПО

6. Разработка схемы видеонаблюдения критических важных мест территории СПИ (общий вход, входные двери отдельных лабораторий, место расположения серверов и коммутационно-коммуникационных средств, места расположения сейфов и закрываемых шкафов хранения бумажных документов, документации, а также электронных ресурсов).

7. Разработка положения о системе видеонаблюдения СПИ, проведение мероприятий по ее закупке и монтажу.

Разработка заключительных документов, описывающих модели угроз и модели нарушителей, а также документов, устанавливающих порядок организации антивирусной защиты и определяющих порядок реагирования на инциденты в работе ИВС (вирусное заражение, сетевые сбои, НСД и др.) проводятся после выполнения намеченных 2-ух этапов. Это связано с формированием необходимых организационных условий, а также выбором аппаратно-технических реализаций и программных средств, необходимых для решения задач по общей информационной безопасности СПИ.

#### *Библиографический список*

1. Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»;
2. Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных»;
3. «Методический документ. Методика оценки угроз безопасности информации», утвержденный ФСТЭК России 05.02.2021 г.;
4. Приказ ФСТЭК России от 11.02.2013 г. № 17 «Об утверждении требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах».

### **РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДБОРА ОДЕЖДЫ С УЧЕТОМ МЕТЕОПРОГНОЗОВ**

А.П. Кирсанов, А.В. Крошили

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

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

В современном мире, когда технологии становятся неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, использование программного обеспечения для подбора одежды на основе погодных данных становится не только актуальным, но и практически необходимым. Программное обеспечение для подбора одежды должно включать в себя: блок учета метеорологического прогноза, блок хранения информации по гардеробу пользователя, а также блок с индивидуальными предпочтения пользователя. Такие предметно-ориентированные системы могут помочь людям сделать свою жизнь более комфортной [1]. Такие программы упрощают процесс выбора одежды, освобождая от необходимости самостоятельно анализировать прогноз погоды. Это экономит время и уменьшает стресс, связанный с поиском подходящей одежды для конкретных погодных условий.

Способы достижения этих целей описаны ниже.

Разработка умных алгоритмов. Создание эффективных алгоритмов анализа погоды и подбора одежды, которые учитывают различные факторы, такие как температура, влажность, и сезон [2, 3].

Интеграция с умными устройствами. Связывание программ с умными устройствами, такими как умные термостаты или часы, чтобы предоставить максимально точную информацию о текущей погоде.

Персонализированный подход. Разработка систем, способных учитывать индивидуальные предпочтения стиля пользователя, его образ жизни и особенности местности, где он находится. Для этого в информационной системе необходимо реализовать несколько моделей [4, 5].

Учет устойчивости. Включение в программное обеспечение учет аспектов устойчивой моды, поддерживая пользователей в выборе экологически более ответственных вариантов одежды.

В исследовании проводится разработка предметно-ориентированной системы персонализированных рекомендаций по подбору одежды и аксессуаров на основе анализа метаданных, в частности системы поддержки принятия решений по подбору вариантов одежды персонализированного набора для каждого пользователя [6]. В целом, данная тема является актуальной, поскольку она отражает стремление современного общества к разумному использованию технологий в повседневной жизни, включая сферу моды и стиля.

В заключение, интеграция программного обеспечения для формирования гардероба на основе погодных данных представляет собой ключевой шаг в эволюции современной моды. Это не только облегчит повседневные заботы о стиле, но и поспособствует более разумному потреблению одежды, учитывая при этом индивидуальные предпочтения и факторы устойчивости. Создание программного обеспечения подбора одежды на основе погодных условий — это не только технологический прогресс, но и ответ на потребности умного, экологически осознанного образа жизни. Использование умных алгоритмов обработки данных для формирования рекомендаций на основе прогнозов погоды и формирования персонализированных предложений открывает новые возможности для пользователей. Интеллектуальные алгоритмы, включая машинное обучение и нейронные сети, позволяют не только повысить точность рекомендаций, но и предложить персонализированные решения.

#### *Библиографический список*

1. Крошили А.В. Предметно-ориентированные информационные системы: учебное пособие / А.В. Крошили, С.В. Крошили, Г.В. Овечкин. — Москва: КУРС, 2023. — 176 с. — (Естественные науки).
2. Красавин, А. Г. (2009). "Влияние Погодных Условий на Поведение Потребителей в Сфере Одежды." Экономика и Управление.
3. Перепелкин Д.А., Попова А.А., Крошили А.В., Крошили С.В. Компьютерное моделирование процессов поддержки принятия решений врача-стоматолога на основе семантических сетей // Вестник РГРТУ. №89 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 155 с.
4. Юнглас, И., и Уотсон, Р. Т. (2008). "Принятие Пользователями Сервисов на Основе Местоположения для Мобильных Телефонов." Information & Management.
5. Овечкин Г.В., Крошили А.В., Крошили С.В., Саморукова О.Д. Моделирование процессов управления в организационных системах на основе теории нечетких когнитивных карт // Вестник РГРТУ. №91 - Рязань: РГРТУ, 2025. – 210 с.
6. Жулева С.Ю., Крошили А.В., Крошили С.В., Саморукова О.Д. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник РГРТУ. №88 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 142 с.

## **СТРУКТУРНАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАЦИЕНТА НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (IDEFO) И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ЕГО ОТДЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ**

С.В. Лыкин, А.В. Крошилин  
Научный руководитель – Крошилин А.В., д.т.н., профессор  
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Гипотеза исследования – структурная декомпозиция процесса обслуживания пациента медицинской клиники на основе методологии IDEF0 с последующей оценкой и сопоставлением алгоритмов планирования для выделенных функциональных блоков позволяет обоснованно проектировать гибридные системы автоматизации, превосходящие по эффективности решения, построенные на едином алгоритме для всего процесса. Целью работы является разработать структурную модель процесса обслуживания пациента и провести сравнительный анализ эффективности алгоритмов планирования для его ключевых модулей.

Для проведения структурного анализа был выбран стандарт IDEF0, так как он предоставляет строгий формализм для описания функциональных блоков, их взаимосвязей и потоков данных [1,2,3]. Контекстная диаграмма определяет миссию системы: «Обеспечить обслуживание пациента в платной клинике». Декомпозиция контекстной диаграммы позволила выделить четыре ключевых функциональных блока на первом уровне:

A1: «Обработка записи и планирование визита». Вход: «Запись на приём». Выход: «Подтверждённая запись». Управление: «Расписание врачей». Использует механизм «Сотрудник регистратуры», «Информационная система».

A2: «Составление документов в регистратуре». Вход: «Пациент», «Подтверждённая запись». Выход: «Верифицированный пациент», «Документы для приёма». Управление: «Законодательство РФ», «Внутренние правила». Механизм: «Сотрудник регистратуры».

A3: «Оказание медицинской услуги». Вход: «Документы для приёма», «Верифицированный пациент». Выход: «Данные о выполненной услуге», «Пациент, получивший услугу». Управление: «Внутренние правила клиники». Механизм: «Врач», «Медицинское оборудование».

A4: «Документирование результатов и оплата приёма». Вход: «Данные о выполненной услуге», «Пациент, получивший услугу». Выход: «Обслуженный пациент», «Медицинская документация», «Финансовые документы». Управление: «Законодательство РФ». Механизм: «Сотрудник регистратуры».

Данная модель является основой для целевого подбора алгоритмов, так как каждый блок имеет специфические входы, цели и ограничения. Наиболее требовательными к вычислительным методам являются блоки A1 и A3. Проведем анализ алгоритмов применительно к ним. Цель функционального блока A1 «Обработка записи и планирование визита»: назначить время, врача и порядок прохождения процедур для минимизации времени ожидания пациента и простоя ресурсов. Приведем описание алгоритмов, позволяющих достичь желаемого результата.

Жадные алгоритмы - назначают ближайшее доступное окно. Просты в реализации, но не гарантируют оптимального варианта решения. Для A1 дают низкую

эффективность, так как приводят к фрагментации расписания и не учитывают последующие ограничения обслуживания пациента [4]. Генетические алгоритмы - оптимизируют расписание путем эволюционного поиска, работая с популяцией решений. Эффективность для A1 высокая для сложных, многокритериальных задач (планирование приёма с учетом оборудования и специалистов). Позволяют найти компромисс между временем пациента и загрузкой врачей [5,6].

Программирование в ограничениях формализует задачу как набор ограничений и находит решение, им удовлетворяющее. Эффективность для A1 очень высокая для задач с жесткими ограничениями (например, учет квалификации врача, доступности оборудования, санитарных норм) [7,8].

В рамках функционального блока АЗ «Оказание медицинской услуги» возникает задача оперативного перепланирования. Муравьиные алгоритмы - используются для нахождения кратчайших путей в графе состояний системы. Средне эффективны для АЗ. Подходят для организации серии связанных приёмов, но требуют значительного времени для сходимости при частых изменениях [9]. Метод отжига - позволяет находить приближенное решение для задачи динамической оптимизации, допуская временное ухудшение целевой функции для выхода из локальных оптимумов. Эффективность для АЗ высокая, т.к. даёт оперативно перестроить расписание приёмов в ответ на незапланированные события (болезнь сотрудника, отмена записи) [10].

В ходе исследования теоретически подтверждена выдвинутая гипотеза. Показано, что структурная декомпозиция сквозного процесса обслуживания пациента с использованием IDEF0 является эффективным инструментом для анализа и проектирования систем автоматизации. Такой подход позволяет перейти от поиска универсального алгоритма к целевому применению специализированных методов, наиболее адекватных для конкретных функциональных модулей.

#### *Библиографический список*

1. Научно-исследовательский Центр CALS–технологий «Прикладная Логистика» Методология функционального моделирования IDEF0, 2000. – 7 с.
2. Крошилин А.В. Предметно-ориентированные информационные системы: учебное пособие / А.В. Крошилин, С.В. Крошилина, Г.В. Овечкин. — Москва: КУРС, 2023. — 176 с. — (Естественные науки).
3. Овечкин Г.В., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Саморукова О.Д. Моделирование процессов управления в организационных системах на основе теории нечетких когнитивных карт // Вестник РГРТУ. №91 - Рязань: РГРТУ, 2025. – 210 с.
4. Рафгарден Тим Совершенный алгоритм. Жадные алгоритмы и динамическое программирование. — СПб.: Питер, 2020. – 22 с.
5. Панченко, Т.В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. — 87 с.
6. Перепелкин Д.А., Попова А.А., Крошилин А.В., Крошилина С.В. Компьютерное моделирование процессов поддержки принятия решений врача-стоматолога на основе семантических сетей // Вестник РГРТУ. №89 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 155 с.
7. Программирование в ограничениях [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/2277966/page:7/>

8. Жулева С.Ю., Крошили А.В., Крошила С.В., Саморукова О.Д. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник РГРТУ. №88 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 142 с.

9. Dorigo M., Stutzle T. Ant Colony Optimization. Cambridge, MA: MIT Press, 2004. – 122 с.

10. С.Г. Сидоров Алгоритм отжига: методические указания / под ред. И.Ф. Ясинского – Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина, 2015. – 4 с.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ МАРШРУТОВ И ПОДБОРА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

А.Д. Малинин, А.В. Крошили

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

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

Современные рекомендательные системы всё чаще применяются для решения задач, связанных с повышением качества жизни людей с ограничениями жизнедеятельности. Однако большинство существующих решений ориентированы на общие сценарии навигации и не учитывают индивидуальные физические ограничения пользователей [1, 2]. Для преодоления этого недостатка предлагается метод построения маршрутов, основанный на интеграции модели пользователя и модели предметной области, а также логическом модуле, который вычисляет оптимальный путь и формирует рекомендации по вспомогательным средствам на основе анализа доступности маршрута.

Предлагаемый метод состоит из трёх последовательных этапов: формализация данных и моделей; поиск маршрута с динамическими весами; генерация контекстных рекомендаций.

Модель пользователя. Пользователь описывается набором параметров  $U = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ , отражающих: физиологические ограничения; допустимые значения уклона, покрытия, высоты препятствий; предпочтения. Каждому параметру присваивается вес  $w_i \in [0, 1]$ , определяющий его значимость при выборе маршрута. Формируется множество ограничений пользователя:

$$CU = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}, c_i: f_i(x) \leq t_i, \quad (1)$$

где  $f_i(x)$  – значение параметра маршрута, а  $t_i$  – допустимое значение для конкретного пользователя.

Модель предметной области. Местность описывается ориентированным взвешенным графом  $G = (V, E)$ , где:  $V$  – вершины (географические точки),  $E$  – рёбра (переходы между точками). Каждому ребру  $e_{ij}$  сопоставляется вектор характеристик:  $a_{ij} = (\text{уклон, тип покрытия, наличие барьеров, длина})$  и весовой коэффициент  $W_{ij}$ , вычисляемый функцией пригодности:

$$W_{ij} = \alpha_1 \cdot f_1(a_{ij}) + \alpha_2 \cdot f_2(a_{ij}) + \dots + \alpha_k \cdot f_k(a_{ij}), \quad (2)$$

где коэффициенты  $\alpha_i$  отражают важность конкретных параметров для данного пользователя [3, 4].

Алгоритм построения маршрута. Поиск пути выполняется модифицированным алгоритмом Дейкстры или  $A^*$ , адаптированным под индивидуальные ограничения пользователя [5, 6]. Перед запуском поиска каждому ребру присваивается вес:

$$W'_{ij} = \begin{cases} W_{ij}, & \text{если } c_i \text{ выполняется;} \\ \infty, & \text{если нарушено ограничение.} \end{cases} \quad (3)$$

Тем самым маршруты, не соответствующие физическим возможностям пользователя, исключаются из рассмотрения [7]. Функция оценки пути имеет вид:

$$F(P) = \sum_{e_{ij} \in P} W'_{ij} + \lambda \cdot D(P), \quad (4)$$

где  $D(P)$  — длина маршрута, а  $\lambda$  — коэффициент, регулирующий баланс между комфортом и кратчайшим расстоянием. В результате алгоритм ищет маршрут, минимизирующий общую стоимость с учётом доступности. После определения маршрута выполняется оценка сложности пути:

$$S(P) = \beta_1 \cdot \text{уклон} + \beta_2 \cdot \text{количество барьеров} + \beta_3 \cdot D(P) \quad (5)$$

На основании  $S(P)$  и параметров пользователя система выбирает наиболее подходящие средства из базы  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ , где каждому средству сопоставлены условия применения:  $r_i \rightarrow (S_{min}, S_{max}, C_U^{COBET})$ . Например: если  $S(P) > 0.7$  и пользователь маломобилен → рекомендовать электроколяску; если  $S(P) \in [0.4, 0.7]$  и путь содержит неровности → трость с опорой; если  $S(P) < 0.4$  → достаточно механической коляски или ходунков.

Таким образом, логический блок выполняет контекстно-зависимое сопоставление между характеристиками маршрута и доступными средствами. Особенности данного подхода в выбранной предметной области заключается в следующем: алгоритм объединяет персональные и географические данные в единую модель принятия решений; веса и ограничения могут изменяться на основе истории перемещений пользователя; универсальность: метод не зависит от конкретного источника картографических данных; полученный маршрут может визуализироваться в виде графа или карты с цветовой индикацией зон доступности.

Данный метод позволяет формировать персонализированные маршруты для людей с ограничениями жизнедеятельности с учётом индивидуальных характеристик и контекстных условий. Логический блок объединяет алгоритмы маршрутизации и механизм подбора вспомогательных средств, создавая основу для интеллектуальной рекомендательной системы.

#### *Библиографический список*

1. Малинин А.Д. Обзор существующих систем навигации для людей с ограниченными возможностями // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. РГРТУ им. В.Ф. Уткина. т.1, Рязань: 2023. 197с.(41-42)

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

3. Овечкин Г.В., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Саморукова О.Д. Моделирование процессов управления в организационных системах на основе теории нечетких когнитивных карт // Вестник РГРТУ. №91 - Рязань: РГРТУ, 2025. – 210 с.



4. Перепелкин Д.А., Попова А.А., Крошилин А.В., Крошилина С.В. Компьютерное моделирование процессов поддержки принятия решений врача-стоматолога на основе семантических сетей // Вестник РГРТУ. №89 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 155 с.

5. Тионг А., Бланко М.К. Улучшение метода Дейкстры для нахождения оптимального пути. Междунар. журнал публикаций исследований, 2022.

6. Жулева С.Ю., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Саморукова О.Д. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник РГРТУ. №88 - Рязань: РГРТУ, 2024.–142с.

7. Самрид Г., Бару Д. Нахождение кратчайшего пути модифицированным методом Дейкстры с адаптивной функцией штрафа. 14 Международная конференция компьютерных коммуникаций и сетевых технологий, 2023.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ СТУДЕНТОВ**

А.В. Моисеев, В.В. Тишкина

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

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

В современных образовательных системах наблюдается растущая потребность в персонализации обучения для учёта различий в навыках и интересах студентов. **Накопление больших объёмов данных** об учебной деятельности (результаты тестов, активности на электронных платформах, посещаемость и т.д.) **позволяет применять методы машинного обучения** для анализа поведения обучающихся. Одним из таких методов является кластеризация — алгоритм обучения без учителя, направленный на разделение множества объектов на несколько кластеров [1]. Кластеризация применима, когда необходимо выявить скрытые модели или типы поведения среди студентов. С ее помощью можно, например, разделить студентов на группы по уровню знаний или мотивации, чтобы адаптировать учебные материалы под каждую группу. Согласно исследованиям, **группировка студентов** по схожим образовательным характеристикам **способствует более эффективному обучению** и социальной поддержке в учебной среде [2]. Выявленные кластеры помогают преподавателям разрабатывать дифференцированные программы.

### **Методы кластеризации.**

Существуют различные подходы к кластеризации данных. **Метод k-средних (K-means)** — один из самых популярных. Он требует задать заранее число кластеров  $k$  и итеративно строит центроиды групп, минимизируя сумму квадратов отклонений объектов внутри кластеров. Минус этого метода — необходимость выбора  $k$  и чувствительность к выбросам.

**Иерархическая кластеризация** формирует древовидную структуру группировок. Существует два подхода: агломеративный (снизу-вверх), где каждый объект начинается в отдельном кластере и постепенно объединяется, и дивизивный (сверху-вниз), когда из одного крупного кластера выделяют подпоследовательные подгруппы. Древовидный подход позволяет визуально изучать схожесть объектов и выбирать число кластеров, разрезая дендрограмму на нужной высоте.

**Плотностные методы** выделяют кластеры как области с высокой плотностью точек, автоматически обнаруживая «шум» — выбросы вне кластеров. К достоинствам относится возможность найти кластеры произвольной формы и автоматически определять их число.

В современной педагогической аналитике могут использоваться и другие алгоритмы (статистические, нейросетевые), но при любом выборе принцип остается: **выделять группы студентов по схожим признакам.**

#### **Примеры применения в образовании.**

В работе Ю.М. Бабина (2025) для персонализации использовали несколько алгоритмов кластеризации (k-средних, DBSCAN и иерархический). Кластерный анализ позволил выделить **четыре типа цифрового следа студентов**, отражающих академические, поведенческие, социальные и когнитивные аспекты учебной деятельности [3]. Каждому типу соответствуют свои методы анализа (регрессия, анализ временных рядов, тематическое моделирование, факторный анализ). По результатам исследования было показано, что кластеризация помогает оптимизировать траектории обучения: например, подбирать темп занятий, адаптировать сложность материалов и формировать учебные группы по интересам.

Щербин и соавторы (2024) применили спектральный метод кластеризации для прогнозирования успеваемости абитуриентов. Анализ архивных данных показал, что использование кластеризации заметно **повышает точность предсказания** успеваемости [4]. Таким образом, кластеризация используется не только для группировки текущих студентов, но и для анализа вводных данных при отборе и прогнозировании их учебных результатов.

Таким образом, кластеризация выступает перспективным подходом в образовании, открывающим путь к глубокой персонализации учебного процесса. Она позволяет учесть разнообразие студентов и строить гибкие индивидуальные траектории обучения, делая образовательную программу более адаптивной и эффективной.

#### *Библиографический список*

1. Что такое кластерный анализ и как аналитики с его помощью группируют данные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-klasterizaciya-i-klasternyi-analiz/> – Дата доступа: 15.09.2025

2. Личностно-ориентированный подход как важное условие эффективности процесса обучения в колледже [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://nvjournal.ru/article/Lichnostno-orientirovannyj\\_podhod\\_kak\\_vazhnoe\\_uslovie\\_effektivnosti\\_protssesa\\_obuchenija\\_v\\_kolle\\_dzhe/](https://nvjournal.ru/article/Lichnostno-orientirovannyj_podhod_kak_vazhnoe_uslovie_effektivnosti_protssesa_obuchenija_v_kolle_dzhe/) – Дата доступа: 21.09.2025

3. Бабин Ю.М. Исследование роли искусственного интеллекта в персонализации образовательных траекторий студентов технических вузов на основе анализа больших данных // Управление образованием: теория и практика / Education Management Review Том 15 (2025). № 4-1 / Volume 15 (2025). Issue 4-1. – С. 36 – 48.

4. Щербин С.И., Харитонов И.М., Огар Т.П., Панфилов А.Э., Кравец А.Г. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ АБИТУРИЕНТОВ В ВУЗЕ // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 5-2. С. 321-325;

**РАЗРАБОТКА ВЕБ-САЙТА НАВИГАЦИИ ПО ТЕРРИТОРИИ РГРТУ**

В.С. Нестеров

Научный руководитель – Витязева Т.А., старший преподаватель

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

Современные университетские кампусы, такие как Рязанский государственный радиотехнический университет, часто представляют собой сложные комплексы, состоящие из нескольких корпусов с многоэтажной планировкой. Ориентация на территории университета, особенно для первокурсников, абитуриентов и гостей, может представлять значительную трудность. Отсутствие интуитивно понятной и централизованной системы навигации приводит к потере времени и снижению эффективности учебного процесса и административной деятельности.

Целью данного проекта стала разработка специализированного веб-сайта, призванного решить проблему навигации по территории РГРТУ. Сайт выступает в роли унифицированного информационного ресурса, повышающего доступность услуг университета и комфорт пребывания на его территории. Его создание обусловлено необходимостью предоставления студентам, преподавателям и посетителям удобного инструмента для быстрого поиска аудиторий, служб и других точек интереса [1].

Архитектура сайта была спроектирована для обеспечения простоты и удобства использования. Она состоит из разделов, логически охватывающих все аспекты навигации.

На рисунке 1 изображена структурная схема разработанного веб-сайта.

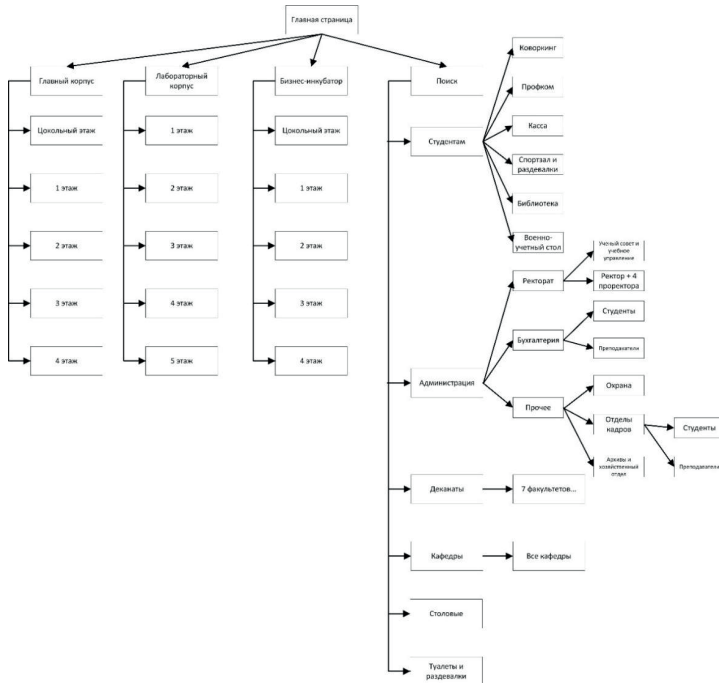


Рисунок 1 – Схема структуры сайта

Главная страница является отправной точкой, предоставляя общий план кампуса и быстрый доступ к основным разделам. Она включает интерактивную карту территории с возможностью масштабирования и получения базовой информации о ключевых объектах, а также навигационное меню и поисковую строку.

Центральными элементами сайта являются разделы, посвященные корпусам университета: «Главный корпус», «Лабораторный корпус» и «Бизнес-инкубатор». Каждый из этих разделов содержит подразделы с поэтажными планами, где детально указано расположение аудиторий, кабинетов, лабораторий и других помещений.

Раздел «Поиск» служит мощным инструментом для быстрого доступа к объектам. Он включает систему фильтрации по корпусам, этажам и типам помещений. Для удобства пользователей реализована категоризация по целевым аудиториям:

**Студентам:** предоставляет доступ к расположению коворкинга, профкома, кассы, спортзала, библиотеки и военно-учетного стола.

**Администрация:** содержит информацию о ректорате, бухгалтерии, отделе кадров и других административных службах.

**Деканаты:** включает страницы всех деканатов для каждого из 7 факультетов.

**Кафедры:** включает страницы всех кафедр для каждого из 7 факультетов.

**Столовые:** включает страницы всех доступных столовых.

**Туалеты и раздевалки:** содержит страницу, демонстрирующую все доступные туалеты и раздевалки.

Таким образом, разработанный веб-сайт комплексно решает задачу навигации в рамках университетского кампуса. Он не только упрощает процесс поиска и сокращает временные затраты, но и способствует формированию современного технологического имиджа РГТУ, повышая общий уровень организации образовательной и административной деятельности.

*Библиографический список*

1. Официальный сайт РГТУ. URL: <https://www.rsreu.ru/>; 19.09.2025.
2. Девид Кроудер. Создание веб-сайта для чайников. Обновленное издание: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2017. – 336 с.: ил.

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ВУЗА**

Ю.А. Овчинникова, В.В. Тишкина

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

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

В современном мире в области высшего образования используются, хранятся и обрабатываются большие объемы данных. Каждый вуз имеет цифровую образовательную среду, содержащую сведения о студентах, их успеваемости, предлагающую возможности выбора ряда образовательных курсов и т.д. [1]. В системе хранится информация об учебных, научных, общественных, социальных успехах студентов. Они формируются ежедневно и распределены между разными системами.

Преподавателям и руководству необходимо знать, насколько каждый обучающийся погружен в образовательный процесс. Также надо вовремя выявить студента, у которого возможна высокая вероятность отчисления, чтобы быстро разобраться с причинами и помочь в их устранении.

Учебная аналитика значительно влияет на педагогическую практику, предоставляя новые инструменты и подходы для улучшения обучения и взаимодействия со студентами. Учебная аналитика позволяет вузу не только прогнозировать результаты обучения, но и вовремя выявлять тех, кто сталкивается с академическими трудностями в обучении [2].

Отчисление студентов остаётся одной из наиболее значимых проблем современного высшего образования. По данным Министерства науки и высшего образования РФ примерно 40% не окончивших вуз студентов были отчислены из-за того, что не сумели освоить образовательную программу в полном объёме [3].

Цель исследования: повышение эффективности мониторинга и анализа образовательного процесса в вузе.

Объект исследования – образовательный процесс в высшем учебном заведении.

Предмет исследования – методы и алгоритмы мониторинга и анализа данных образовательного процесса в высшем учебном заведении.

Образовательный процесс (в вузе) – совокупность учебных мероприятий, контролей и взаимодействий между студентом, преподавателем и администрацией, направленных на достижение образовательных целей [4].

Образовательный мониторинг – это форма организации сбора, хранения, обработки и распределения информации о деятельности образовательной системы, которая обеспечивает непрерывный анализ состояния системы и прогнозирование её развития в соответствии с запланированными результатами [5].

Образовательная аналитика (Learning Analytics) – это научно-практическое направление, которое исследует подходы к мониторингу и визуализации образовательных данных.

Прогнозирование – формулирование на основе длительных и повторяемых динамических мониторинговых наблюдений вероятностных суждений об изменениях, которые произойдут или могут произойти при определенных условиях [4].

При исследовании методов и алгоритмов анализа выделены следующие алгоритмы мониторинга и типы анализа данных, которые подойдут для выбранной темы исследования: общая статистика, поиск ассоциаций, поиск последовательностей, кластерный анализ и дерево решений. С помощью этих методов можно будет проанализировать данные, хранящиеся в системе по каждому студенту, и спрогнозировать формирование групп риска, риски отчисления студентов. Комплексное применение этих методов поможет достичь максимальной точности анализа.

Таким образом, была поставлена задача автоматизации мониторинга и анализа образовательного процесса вуза и проанализированы алгоритмы, которые можно использовать для решения этой задачи.

#### *Библиографический список*

1. Мартынова М. Д. Этические ловушки использования в образовательном процессе вуза Big Data и учебной аналитики / М. Д. Мартынова // Теоретическая и прикладная этика: традиции и перспективы – 2024. – С. 334–335.

2. Мартынова М. Д. Учебная аналитика в образовательном процессе: куда нас ведут большие данные? / М. Д. Мартынова // Социальные нормы и практики. – 2024. – № 4. – С. 39–49.

3. Из вузов уходят без диплома [Электронный ресурс] // Редакция сайта ТАСС. – 2025. – 30 июн. – Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/24394373> (дата обращения: 29.10.2025).

4. Белякова Е. Г. Психолого-педагогический мониторинг: учебник для вузов / Е. Г. Белякова, Т. А. Строкова. – М.: Издательство Юрайт, 2025. – 223 с.

5. Ахметова К. Общая характеристика мониторинга в образовании [Электронный ресурс] / К. Ахметова // Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences – 2023 – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschaya-harakteristika-monitoringa-v-obrazovanii> (дата обращения: 08.10.2025).

### **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

В.В. Петров

Научный руководитель – Проказникова Е.Н., к.т.н., доцент

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

В настоящее время уже стало невозможно отрицать тот факт, что Искусственный интеллект стал частью нашей повседневной жизни и научных исследований. ИИ или

же ИскИны часто помогают решить различные проблемы, но при этом сами имеют многие минусы, одним из главных является их высокая энергозатратность, что ограничивает возможности их применения в некоторых сферах. Одной из таких сфер является медицина. Применение искусственного интеллекта для помощи врачам является одной из наиболее интересных и перспективных задач. Это особенно актуально теперь, когда в нашей стране начинают вводиться системы, подобные РТ Медицинские Информационные Системы. Она объединяет все данные по пациенту в одну систему и позволяет работать с данными пациента в любом медицинском учреждении, применение ИИ в этой области может значительно упростить взаимодействие с этой системой, а также работу с пациентом.

Исследователи из Амхерстского филиала Массачусетского университета разработали искусственный нейрон, который по своей производительности приближен к эффективности естественных нейронов, созданных из nano волокон, производимых из электропроводящих бактерий.

По словам Шуаи Фу и Джуана Яо, аспирант кафедры электроники и компьютерных наук, а также главный автор статьи, опубликованной в научном журнале Nature Communication, энергозатраты такой системы очень малы, особенно если сравнивать с большими лингвистическими моделями, как например, ChatGPT. Разработанные нейроны регистрируют напряжение всего в 0,1 вольта, что позволяет сравнивать их с естественными нейронами. Человеческий мозг является крайне энергоэффективным, к примеру, написание истории требует 20 ватт, в то время как современные языковые модели могут требовать более одного мегаватта. Предыдущие версии искусственных нейронов требовали в 10, а более старые и в 100 раз больше энергии.

a) Схема искусственного нейрона.

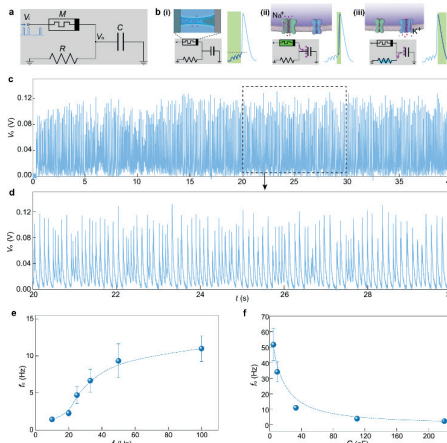
b) Разные стадии в выходе нейрона.

- i. Искусственный нейрон проходит атомную интеграцию в филamente мемристора, имитируя (подпороговую) интеграцию заряда для вызова потенциала действия.
- ii. Включенный мемристор приводит к быстрому заряду конденсатора, имитируя широкое открытие  $\text{Na}^+$  каналов для быстрой деполяризации.
- iii. Заряженный конденсатор накладывает обратное смещение на мемристор, чтобы выключить его, и разряжается через резистор, имитируя саморегулируемое закрытие  $\text{Na}^+$  каналов и открытие  $\text{K}^+$  каналов для реполяризации.

c) Представительный выход от сконструированного искусственного нейрона. Входом была серия импульсов (120 мВ, 5 мс) с частотой 100 Гц.

d) Увеличенные характеристики стрельбы из пунктирного квадрата в (c).

e) Частота стрельбы на выходе ( $f_0$ ) в искусственном нейроне относительно входной частоты ( $f_i$ ). f Частота стрельбы в зависимости от значения конденсатора, используемого в схеме. Входная частота была фиксирована на уровне 100 Гц. Данные в (e) и (f) представлены как средние значения  $\pm$  SD (ошибки).



Данная технология может быть применена не только для улучшения энергоэффективности различных, уже существующих переносимых электронных сенсорных систем, которые сейчас крайне громоздки и неудобны, но и так же может быть использована для улучшения уже существующих систем ИИ и нейронных сетей. Это позволит внедрить их в сфере, в которых они не имели широкого применения до этого, как например медицина. В таком случае, они могут помочь как и с диагностированием пациентов, так и с облегчением работы с этой системой в целом.

#### *Библиографический список*

1. Scientists build artificial neurons that work like real ones: [Электронный ресурс] // URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2025/10/251013040335.htm>
2. Constructing artificial neurons with functional parameters comprehensively matching biological values: [Электронный ресурс] //URL:<https://www.nature.com/articles/s41467-025-63640-7>

### **ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИСТОРИИ ИЗМЕНЕНИЯ ДАННЫХ В КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

Я.Д. Петрова

**МИРЭА – Российский технологический университет**

Корпоративные информационные системы (КИС), в частности такие комплексные, как 1С, накапливают огромные объемы данных о действиях пользователей. Данные, скрытые в журналах регистрации и истории изменений, представляют собой ценный ресурс для понимания того, как сотрудники взаимодействуют с системой.

Анализ записей позволяет выявлять закономерности в работе пользователей, оптимизировать бизнес-процессы, обнаруживать потенциальные уязвимости и возможные улучшения функциональности системы.

Типовой отчет на основе журнала регистрации предоставляет общую информацию о деятельности пользователей [1], не позволяя анализировать содержательную



часть вносимых изменений. Для получения данных о конкретных изменениях в реквизитах объектов требуется ручная работа с историей изменений по каждому документу отдельно [2], что характеризуется значительными временными затратами и не обеспечивает системного анализа.

Архитектура предлагаемого решения включает модуль формирования выборки данных и модуль визуализации результатов. Концепция отчета аналогична типовому отчету по журналу регистрации, но в качестве источника данных использует версионирование объектов системы. Детализация извлекаемой информации позволит перейти от поверхностного мониторинга активности к чёткому представлению количества реальных изменений в данных.

Ключевой особенностью модуля формирования выборки является агрегация данных из истории изменений с возможностью фильтрации по периоду, пользователям, типам объектов и конкретным реквизитам. Такой подход позволяет трансформировать разрозненные записи о действиях в структурированную и пригодную к аналитике информацию [3].

Модуль визуализации обеспечивает вывод результатов в табличном представлении с детализацией по каждому изменению, включая объект модификации, изменяемый реквизит, старое и новое значение, а также служебную информацию о пользователе и времени изменения.

Предложенный подход позволяет существенно сократить временные затраты на аудит изменений данных и обеспечивает прозрачность корректировок, вносимых пользователями в информационную базу системы.

Дальнейшее развитие данного решения может включать в себя интеграцию с инструментами машинного обучения для автоматического выявления аномалий. Например, распознавать паттерны, предшествующие ошибкам или неэффективному использованию ресурсов. Возможно расширение функциональности до построения динамических дашбордов, отражающих ключевые показатели изменений для оперативного реагирования на любые отклонения от нормы.

Инструмент открывает новые возможности для глубокого анализа данных в КИС, превращая рутинный сбор информации в мощный инструмент для принятия обоснованных управленческих решений.

#### *Библиографический список*

1. Как оценить активности пользователей в программе [Электронный ресурс] / coderstar. – Режим доступа: <https://www.coderstar.ru/statyi/aktivnosti-polzovatelei> (дата обращения: 26.10.2025).
2. Версионирование объектов – подробная запись изменений [Электронный ресурс] / coderstar. – Режим доступа: <https://www.coderstar.ru/statyi/kto-izmenil-dokument-spravocnik> (дата обращения: 26.10.2025).
3. Анализ данных и прогнозирование [Электронный ресурс] / 1С:ИТС. – Режим доступа: <https://its.1c.ru/db/v851doc#bookmark:dev:TI000000690> (дата обращения: 26.10.2025).

## ПРИМЕНЕНИЕ ОТКРЫТОЙ БИБЛИОТЕКИ PANDAS ДЛЯ ОЧИСТКИ И НОРМАЛИЗАЦИИ НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАССИВОВ ДАННЫХ

В.В. Половинкин

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

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

По прогнозам, в 2026 году объём генерируемых больших данных (Big Data) достигнет 181 зеттабайта, в связи с чем необходимость в эффективных методах их очистки будет стоять по важности в самых первых рядах.

Главной проблемой является поступление неструктурированных и «грязных» информационных массивов, что затрудняет их эффективное использование. Ошибки, дубликаты и отсутствующие значения могут спровоцировать искажения в конечных результатах аналитики и привести к неправильным выводам.

В докладе рассматривается пример «грязных данных» интернет-магазина, которые часто встречаются в аналитике и требуют обработки, реализованный на языке Python с использованием открытой библиотеки Pandas (Python Data Analysis Library), способной предоставлять высокопроизводительные, простые в использовании структуры данных и инструменты для анализа данных.

В массивах данных клиенты интернет-магазина (*customer\_name*) «иван сергеев» и «ИВАН СЕРГЕЕВ» будут являться дубликатами с разным регистром. Если в ID заказа (*order\_id*) дважды встречается одинаковый номер (например, 1002), то это также является признаком дубликата, так как предполагается уникальный идентификатор. Могут быть не структурированы и записи имен клиентов – они записываются в разном регистре, с опечатками, лишними пробелами.

Также имеют место быть аномалии и выбросы: возраст (*age*) 78 лет может быть реальным, но требует проверки, сумма заказа (*total\_amount*) 500000.00 – явный выброс для магазина рассматриваемого уровня, 150 посещений сайта (*website\_visits*) – аномально высокое значение, время на сайте (*time\_on\_site\_min*) 120.5 минут – выброс.

Помимо прочего, данные в массиве номеров телефонов (*phone*) представлены в разных форматах. Аналогично и с написанием стран нахождения клиентов (*country*), которые имеют разную форму записи, но часто подразумевают одно и то же государство: «РФ», «Россия», «Российская Федерация», «RF».

Для анализа и очистки данных библиотека Pandas предлагает ряд конструкций по основным типовым операциям. Сначала следует удалить все повторяющиеся записи, которые «засоряют» пространство и дают неверные результаты анализа, в связи с чем дубликаты искажают метрики и могут приводить к некорректным выводам. Основная задача после проведения указанной операции – улучшить расчёт каких-либо ключевых метрик.

Следующим шагом можно провести нормализацию в записи имен клиентов: исправить ошибки – заглавные буквы, аббревиатуры, форматирование, лишние символы. Ошибки в данных, такие как опечатки, неверные форматы или некорректные типы данных, должны быть устранены, так как могут привести к дублированию и неверным результатам при группировке данных. Приведение значений к единому формату помогает избежать этих проблем. **Результатом станет приведение** всех имен в единый формат: «Иван Сергеев», «Петр

Петров», «Мария Сидорова» и т.д. Аналогичную обработку необходимо провести и для названий государств.

Также следует убрать все нежелательные отклонения, обнаруженные в ходе анализа данных. Аномальные значения, которые существенно отличаются от других данных, могут исказить анализ. Выбросы можно либо удалить, либо трансформировать. **Результатом обработки станет удаление записей с аномальными значениями: *total\_amount* (заказы с очень большими/маленькими суммами), *age* (клиенты с нереальным возрастом), *time\_on\_site\_min* (аномально долгое/короткое время на сайте). Размер данных незначительно, но уменьшится.** Сами массивы **станут «чище»** для анализа – не будут искажать средние значения и статистику. Заказ со значением *total\_amount* 500000.00 удалится, так как является явным выбросом в рассматриваемом примере.

В завершение еще несколько рекомендаций, которым стоит следовать для более глубокого и качественного анализа данных:

1) Необходимо удалять все записи, которые в целом не имеют логического отношения к проблеме, которую пытается решить пользователь. Данные, не имеющие отношения к текущему анализу, должны быть исключены, чтобы сосредоточиться на более значимых переменных.

2) Обращать внимание на недостающую информацию. Её нужно или удалять или дополнять. Пропущенные значения могут исказить результаты анализа, поэтому их следует устранить или заполнить с помощью методов, таких как медиана, среднее и других.

3) Записывать все операции, которые выполнены, и инструменты, и приёмы, которые использованы, документировать процесс для того, чтобы можно было затем проверить и передать результаты для организации дальнейшей работы. Важно записывать все шаги очистки данных, чтобы обеспечить воспроизводимость и возможность проверки результатов. Это критично для отслеживания изменений и для обеспечения качества данных на каждом этапе.

**Pandas подходит для** данных, которые помещаются в память (до ~10GB), прототипирования и анализа и решает до 95% задач очистки данных, он эффективен для быстрой обработки больших объемов данных, использует векторизованные операции вместо циклов и имеет удобный синтаксис. Вкупе с представленными рекомендациями по очистке и нормализации данных, данная библиотека станет мощным инструментом для ваших задач по анализу неструктурированных и «грязных» массивов информации.

#### *Библиографический список*

1. Pandas в действии – СПб.: Питер, 2023 – 512 с.: ил. (Серия «Библиотека программиста»).

2. Маккинни У. Изучаем Pandas. – М.: ДМК Пресс, 2022. — 542 с.

3. 8 лучших инструментов качества данных в 2025 году/Astera [Электронный ресурс]//Astera.com – Режим доступа: <https://www.astera.com/ru/type/blog/data-quality-tools/>, свободный. - Загл. с экрана.

## **ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ НАУЧНЫХ КОЛЛЕКТИВОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ**

К.А. Потапова

Научный руководитель – Андрианова Е.Г., к.т.н., доцент  
**МИРЭА – Российский технологический университет**

В докладе рассматривается проблема формирования профессиональных и научных коллективов в условиях роста объемов публикуемой информации. Современный этап развития науки характеризуется экспоненциальным ростом объема публикуемой информации, что усложняет процесс поиска релевантных сотрудников и формирования эффективных команд. Традиционные методы, основанные на личных контактах и рекомендациях, демонстрируют ограниченную эффективность и подвержены когнитивным искажениям. В связи с этим актуальной задачей является разработка алгоритмических подходов, использующих семантический анализ продуктов интеллектуальной деятельности для поддержки принятия решений при формировании коллективов.

В качестве объектов исследования выбраны два типа продуктов интеллектуальной деятельности:

1. Научные статьи – неструктурированные тексты на естественном языке, отражающие когнитивные паттерны авторов.

2. Программный код – формально-структурированные данные, демонстрирующие алгоритмическое мышление разработчиков.

Разработан комплекс критериев оценки семантической совместимости, включающий:

- Количественные метрики кластеризации (индекс силуэта, Калински-Харабаса, Дэвиса-Болдуина).

- Качественные критерии (интерпретируемость кластеров, равномерность распределения усилий, практическая применимость).

- Специализированные критерии для анализа кода (когнитивная совместимость).

Теоретический анализ показал, что применение семантического анализа позволяет выявлять скрытые связи между авторами, не очевидные при использовании традиционных методов. Например, кластеризация на основе векторных представлений текстов (Word2Vec) демонстрирует потенциал для формирования групп с высокой семантической согласованностью.

Критерий интерпретируемости кластеров, основанный на коэффициенте Жаккара, позволяет оценить осмысленность результатов кластеризации через сравнение автоматически извлеченных дескрипторов с экспертной оценкой. Это снижает эффект «черного ящика», характерный для нейросетевых моделей.

Для программного кода предложен критерий когнитивной совместимости, оценивающий легкость понимания кода членами команды. Это важно для сокращения времени на код-ревью и повышения эффективности совместной работы.

Ключевым ограничением является требование к объему и качеству исходных данных. Методы показывают низкую эффективность на малых выборках и требуют репрезентативной базы текстов или кода. Кроме того, сохраняется необходимость верификации результатов экспертами, особенно при работе с неочевидными семантическими связями, выявленными нейросетевыми моделями.

Предложенный подход к формированию профессиональных коллективов на основе семантического анализа продуктов интеллектуальной деятельности обладает значительным потенциалом. Разработанные критерии оценки позволяют комплексно подходить к задаче, сочетая количественные метрики с качественной экспертной оценкой. Дальнейшие исследования могут быть направлены на экспериментальную апробацию методов в образовательной и корпоративной среде, а также на интеграцию предложенных решений в системы поддержки принятия решений. Методика может быть интегрирована в платформы научных журналов, репозитории исходного кода и системы управления образовательным процессом. Например, модуль формирования студенческих проектных групп может быть внедрен в цифровую образовательную среду вуза. Для корпоративной среды возможна разработка плагинов к системам управления талантами, анализирующих внутреннюю техническую документацию и код репозиторияев.

#### *Библиографический список*

1. Кристоф Молнар, Интерпретируемое машинное обучение: руководство по созданию объяснимых моделей черного ящика // с/о Digital Research Academy - <https://christophmolnar.com/> (дата обращения: 25.10.2025)
2. Дэниел Дэвис, Эми Биндер. Рост программ корпоративного партнерства в университетских центрах карьеры, февраль 2016 г. Исследования в области социологии организаций 46:395-422.
3. Каппелли, П. (2019). Ваш подход к найму сотрудников неправильный. Harvard Business Review
4. Каппелли, П. и Тэвис, А. (2018). HR переходит на agile. Harvard Business Review, 96(2), 46-52
5. Тамбе, П., Каппелли, П. и Якубович, В. (2019). Искусственный интеллект в управлении человеческими ресурсами: проблемы и путь вперед. California Management Review, 61(4), 15-42.

## **ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭКОСИСТЕМА ДЛЯ АРКТИКИ**

А.К. Рыбников

Научный руководитель – Зыков С.В., д.т.н., доцент

**МИРЭА – Российский технологический университет**

Освоение Арктической зоны требует принципиально новых подходов к подготовке кадров, способных эффективно работать в условиях цифровой трансформации. Экстремальный климат, территориальная распределенность объектов, нестабильность связи и вахтовый метод работы создают уникальные вызовы для развития интеллектуального потенциала персонала [1]. Исследования показывают, что традиционные методы обучения оказываются малоэффективными в условиях Крайнего Севера.

Цель концепции — создание устойчивой системы развития цифровых компетенций, обеспечивающей надежное функционирование распределенных operations в арктических условиях. Особое значение приобретает сотрудничество со Студенческим экспедиционным корпусом "Команда Арктики" как платформой для апробации и доработки предлагаемых решений. Практика вовлечения молодежных

экспедиционных объединений доказала свою эффективность в подготовке кадров для работы в экстремальных условиях.

Модель цифровых компетенций строится на трех уровнях. На уровне сотрудника формируются навыки базовой цифровой грамотности, работы с инструментами коллаборации и кибергигиены в условиях нестабильной связи. Уровень команды предполагает освоение методик распределенного взаимодействия и управления задачами между вахтовыми сменами. На организационном уровне развиваются компетенции по использованию аналитических систем и внедрению корпоративной цифровой платформы [2].

Модуль развития интеллектуального потенциала реализуется в составе корпоративной цифровой платформы предприятия. Диагностический блок обеспечивает оценку цифровых компетенций с учетом арктической специфики. Обучающий компонент объединяет различные форматы получения знаний, включая специализированные офлайн-курсы для работы при слабых каналах связи. Практический блок ориентирован на отработку навыков в условиях, максимально приближенных к реальным арктическим экспедициям. Контрольный компонент осуществляет мониторинг прогресса и выявление признаков перегрузки.

Для оценки эффективности внедрения концепции используется система показателей, включающая индекс цифровой грамотности, долю оцифрованных бизнес-процессов и уровень зрелости технологической платформы. Особое внимание уделяется показателям кадровой устойчивости — текучести персонала и времени закрытия вакансий.

Минимизация рисков цифровой трансформации достигается за счет дозированной учебной нагрузки, поэтапного внедрения изменений и разработки компенсационных механизмов при деградации каналов связи. Интеграция с корпоративными системами обеспечивается через развертывание пограничных узлов с кэшированием данных для работы в условиях нестабильной связи.

Апробация концепции в рамках Студенческого экспедиционного корпуса "Команда Арктики" позволит отработать модели распределенного взаимодействия в условиях изоляции, адаптировать учебные материалы для молодых специалистов и сформировать кадровый резерв для арктических предприятий.

Ожидаемые результаты внедрения включают снижение рисков при внедрении цифровых технологий на 25-30%, сокращение времени достижения целевых компетенций на 15-20% и повышение устойчивости распределенных операций. Концепция может быть масштабирована на другие отрасли со схожими условиями работы — морскую добычу, дальневосточные территории и космическую отрасль.

#### *Библиографический список*

1. Дядик Наталья Викторовна, Чапаргина Анастасия Николаевна ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ОБРАЗОВАНИИ И ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ УДАЛЁННОСТЬ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ // *АИС*. 2021. №43. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-v-obrazovanii-i-territorialnaya-udalennost-v-rossiyskoj-arktike-problemy-i-perspektivy> (дата обращения: 31.10.2025).

2. Измайлов М. К. Цифровая трансформация в арктическом регионе: возможности и вызовы // *Beneficium*. 2023. №3 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-v-arkticheskom-regione-vozmozhnosti-i-vyzovy> (дата обращения: 31.10.2025).

## **ПРОЦЕССНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ В КОНТУР ПРИНЯТИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Д.С. Рыжков

Научный руководитель – Привалов А.Н., д.т.н., профессор

**Шуйский филиал Ивановского государственного университета**

В статье рассматривается проблема низкой эффективности внедрения интеллектуальных справочных систем в строительной отрасли, вызванная отсутствием их интеграции в реальные бизнес-процессы проектирования. Предложена процессная модель взаимодействия проектировщика с системой на основе искусственного интеллекта (ИИ), охватывающая ключевые сценарии принятия решений. Модель служит основой для формирования требований к функционалу и архитектуре инструментального средства создания подобных систем.

Ключевые слова: искусственный интеллект, информационно-справочная система, строительная отрасль, процессная модель, RAG, принятие решений, цифровизация.

Современное архитектурно-строительное проектирование характеризуется необходимостью оперативного оперирования исключительно большими и постоянно обновляемыми массивами нормативно-технической документации. Объем лишь ключевых федеральных сводов правил (СП) и государственных стандартов (ГОСТ) превышает десятки тысяч страниц, а с учетом региональных норм, корпоративных стандартов и проектной документации эта цифра многократно возрастает. Данная ситуация порождает системную проблему: в условиях сжатых сроков проектирования, регламентированных отраслевыми стандартами, проектировщик вынужден тратить непропорционально большое время не на непосредственное проектирование, а на трудоемкий поиск и верификацию разрозненных требований [1].

Существующие справочные правовые системы, являясь ценными архивами, не предлагают эффективных средств для смыслового анализа контента. Поиск в них остается лексическим, что требует от пользователя точного знания терминологии и структуры документов для формулировки запросов. Как следствие, сохраняется высокий риск пропуска критически важных нормативов, содержащихся в неочевидных разделах, что ведет к ошибкам на ранних стадиях проектирования и последующим затратам на переработку документации [2]. Архитектуры на основе искусственного интеллекта, в частности RAG (Retrieval-Augmented Generation), обладают потенциалом для решения этой проблемы. Однако их разработка часто ведется в технологическом вакууме, без учета интеграции в реальные организационно-технологические процессы проектировочных компаний, что сводит на нет потенциальный экономический эффект.

Целью данного исследования является разработка процессной модели, описывающей интеграцию интеллектуальной справочной системы (ИИС) на основе ИИ в контур принятия проектных решений для повышения их обоснованности и сокращения временных затрат.

На основе анализа деятельности проектировщиков были выявлены ключевые сценарии, требующие оперативного доступа к нормативной базе и наиболее перспективные для внедрения ИИС. Ключевым требованием к ИИС, вытекающим из анализа сценариев и используемых инструментов, является ее реализация в виде

веб-сервиса с чат-интерфейсом, обеспечивающим обязательное цитирование первоисточников. Предлагаемая процессная модель взаимодействия, иллюстрирующая преобразование неструктурированного поиска («as-is») в целенаправленный диалог с ИИ-ассистентом («to-be»), представлена на Рисунке 1.



Рисунок 1 – Процессная модель взаимодействия проектировщика с ИИС

Данная модель позволяет кардинально сократить время на поиск и верификацию информации за счет замены ручного листания документов на семантический поиск и генерацию точных ответов с прямой ссылкой на источник. Ожидается, что внедрение ИИС на основе предложенной модели позволит сократить временные затраты на информационно-справочную работу на 50–70%, а также повысить обоснованность решений и снизить порог входа для новых сотрудников.

Таким образом, предложенная процессная модель является критически важным связующим звеном между технологиями ИИ и практическими задачами строительной отрасли. Она служит фундаментом для следующего этапа исследований — разработки архитектуры и алгоритмического ядра инструментального средства для создания отраслевых информационно-справочных систем.

#### *Библиографический список*

1. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 15.05.2020 № 264/пр «Об установлении срока, необходимого для выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования и строительства зданий, сооружений, в целях расчета срока договора аренды земельного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности» [Электронный ресурс] / Справочно-правовая система «Консорциум Кодекс» – Электрон. текст. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565068752>, свободный.

2. Рыжков, Д. С. Информационно-справочные системы в области строительства / Д.С. Рыжков, 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 466-474.



## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ**

И.Г. Рыжов

Научный руководитель – Алексеев В.В., д.т.н., профессор

**Российский университет дружбы народов**

В настоящее время выполнение функциональных задач организационно-техническими системами осуществляется с применением информационных технологий. Организационно-технические системы являются открытыми системами и подвержены воздействию внешних негативных факторов. Современные внешние негативные факторы воздействуют не только на элементы системы, но и на ее информационные потоки [1]. Часто воздействие внешних негативных факторов приводит к неполноте, недостоверности, искаженности или потере данных, снижению скорости обработки информации, непредсказуемости поведения системы. В связи с вышеизложенным развитие подходов к принятию решений при управлении организационно-технической системой с целью минимизации влияния воздействия внешних негативных факторов на систему для повышения эффективности ее функционирования является актуальной научной задачей. Вследствие того, что применение формализованных методов принятия решений затруднено гетерогенным характером внешних негативных факторов [2] при организации поддержки принятия решений по управлению организационно-технической системой в условиях воздействия внешних негативных факторов целесообразно использовать методы экспертных оценок.

В докладе представлены результаты сравнительного анализа методов экспертных оценок. При проведении анализа были рассмотрены такие методы экспертных оценок, как: метод мозгового штурма, метод построения сценариев, метод комиссий, метод анализа иерархий, метод «Дельфи», метод взвешенной выборки. Сравнительный анализ методов экспертных оценок проводился по следующим параметрам:

1. Число экспертов, необходимых для применения метода.
2. Возможность генерации вариантов управляющих воздействий.
3. Временной интервал, характеризующий уровни принимаемых решений.
4. Возможность применения в условиях ограниченного времени на принятие решения.

Проведенный анализ позволил определить, что при организации поддержки принятия решений по управлению организационно-технической системой в условиях воздействия внешних негативных факторов, действующих на информационные потоки, целесообразно использовать модификацию метода мозгового штурма, включающую оценку сгенерированных идей [3] с последующим анализом согласованности оценок экспертов.

### *Библиографический список*

1. Рыжов, И. Г. Анализ деструктивных внешних факторов, воздействующих на информационные потоки маркетинговой информационной системы / И. Г. Рыжов, В. В. Алексеев // Нано-био-технологии. Теплоэнергетика. Математическое моделирование: Сборник статей международной научно-практической конференции,

Липецк, 27–28 февраля 2024 года. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2024. – С. 154-158. – EDN SXUYWL.

2. Матрохина К.В. Системный анализ и синтез методов и алгоритмов поддержки принятия стратегических маркетинговых решений: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Матрохина Кристина Васильевна. – Санкт-Петербург, 2023. – 144 с. – EDN NXBZBN.

3. Ленская В. Д., Козел А. С. Принцип мозгового штурма. – 2018.

4. Данелян Т.Я. Формальные методы экспертных оценок //Статистика и экономика. – 2015. – №. 1. – С. 183-187.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ КОНТРОЛЯ И РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ РЕЖИМНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

А.А. Савушкина

Научный руководитель – Дмитриева Т.А., к.т.н., доцент

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию систем контроля и разграничения доступа для режимных предприятий. Актуальность исследования обусловлена особой важностью защиты информации на объектах, работающих со сведениями, составляющими государственную тайну.

Объект исследования – система защиты информации режимного предприятия.

Предмет исследования – методы и алгоритмы контроля и разграничения доступа к информационным ресурсам в системе защиты информации режимного предприятия.

Цель исследования – повышение безопасности информационных ресурсов режимного предприятия за счет разработки усовершенствованной модели контроля доступа.

Режимное предприятие представляет собой организацию, чья деятельность в силу ее связи с государственной тайной протекает в условиях специального правового статуса и строгого соблюдения режима секретности. Ключевыми отличиями таких предприятий являются: обязательность установления режима секретности, наличие специального разрешения на работу с засекреченными данными, специальный порядок допуска персонала и жесткая регламентация всей деятельности [1]. Эти особенности определяют повышенные требования ко всей системе защиты информации, включая подсистемы контроля и разграничения доступа.

Информационная безопасность на режимном предприятии понимается как защищенность информации от незаконного ознакомления, преобразования и уничтожения, а также защищенность информационных ресурсов от воздействий, направленных на нарушение их работоспособности [2]. Основными аспектами информационной безопасности являются обеспечение доступности, целостности и конфиденциальности информационных ресурсов. Для режимных предприятий, относящихся к критической информационной инфраструктуре, установлены обязательные требования к системам контроля доступа, определенные Приказом ФСТЭК России № 239 [3].

Традиционные модели управления доступом – дискреционная (DAC), мандатная (MAC) и ролевая (RBAC) не обеспечивают достаточной защиты от современных угроз, особенно связанных с внутренними нарушениями [4]. Основной недостаток

заключается в статической верификации прав доступа только при начальной авторизации без обеспечения непрерывного контроля за действиями субъекта в процессе работы с защищаемой информацией [5].

Обзор существующих подходов выявил перспективность атрибутного управления доступом (ABAC) и концепции Zero Trust для систем с повышенными требованиями безопасности [4, 6]. Однако их практическая реализация для режимных предприятий требует дополнительной разработки механизмов динамического контроля и оперативного реагирования на угрозы.

На основе выявленных проблем предложен способ динамического контроля сеансов пользователей, обеспечивающий непрерывный мониторинг и автоматическое реагирование на аномальные действия в защищенной информационной системе режимного предприятия. Разрабатываемый метод позволяет отслеживать действия пользователей в реальном времени и автоматически ограничивать их доступ при обнаружении подозрительной активности.

#### *Библиографический список*

1. Особенности охраны режимных объектов // Набат-Екатеринбург. — 2022. — 18 мая.
2. Шаньгин В. Ф. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие. — Саратов: Профобразование, 2017. — 522 с.
3. Приказ Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России) от 25 декабря 2017 г. № 239 «Об утверждении Требований по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».
4. Иванов П. А. Модель реализации управления доступом к информационным активам в концепции нулевого доверия / П. А. Иванов, И. В. Капгер, А. С. Шабуров // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. — 2023. — № 1. — С. 85–95. — DOI: 10.15593/2224-9397/2023.1.07.
5. Магомедов Ш. Г. Методы и модели построения масштабируемой архитектуры системы контроля доступа к вычислительным сервисам: дис. д-ра техн. наук: 05.13.15 / Магомедов Шамиль Гаджиевич. — Москва, 2022. — 298 с.
6. Guide to attribute based access control (ABAC) definition and considerations / V. C. Hu, D. F. Ferraiolo, D. R. Kuhn [et al.] // National Institute of Standards and Technology (NIST). — January 2014. — 48 p.

### **РАЗРАБОТКА ВЕБ-САЙТА БАССЕЙНА «РАДИОВОЛНА» РГРТУ**

А.А. Сидоренко

Научный руководитель – Витязева Т.А., старший преподаватель

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

В современном мире цифровые технологии становятся неотъемлемой частью взаимодействия организаций с их клиентами. Бассейн «Радиоволна» Рязанского государственного радиотехнического университета имени В.Ф. Уткина (РГРТУ) обслуживает широкий круг посетителей: студентов, сотрудников вуза и жителей города. Отсутствие единого, современного и информативного онлайн-ресурса

создавало существенные трудности для потенциальных клиентов, затрудняя получение актуальной информации о услугах, расписании и стоимости.

Целью данного проекта стала разработка веб-сайта, призванного решить эти проблемы. Сайт выступает в роли ключевого информационного канала, повышающего доступность услуг бассейна и формирующего его положительный цифровой образ. Его создание обусловлено необходимостью централизации информации, обеспечения прозрачности ценовой политики, сокращения времени на поиск необходимых сведений и упрощения процесса коммуникации между администрацией комплекса и посетителями [1].

Содержание сайта тщательно структурировано и ориентировано на максимальное удобство пользователя. Его архитектура включает несколько ключевых разделов, логически охватывающих все аспекты деятельности бассейна.

На рисунке 1 представлена структурная схема веб-сайта «Радиоволна».

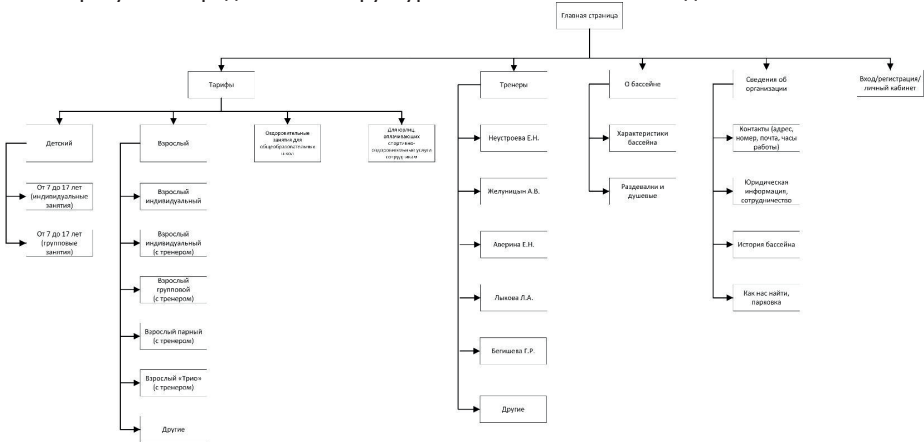


Рисунок 1 – Структурная схема сайта

Главная страница служит визитной карточкой комплекса, предоставляя обзор наиболее востребованной информации: актуальные новости и акции, краткое расписание сеансов, контактные данные и навигационное меню для быстрого перехода к основным разделам.

Центральным элементом сайта является раздел «Тарифы», содержащий детализированную таблицу с полным перечнем услуг. В таблице представлена информация о стоимости разовых посещений и абонементов для различных категорий посетителей (дети, взрослые, студенты, пенсионеры), а также для разных форматов занятий: свободное плавание, групповые тренировки с тренером, аквааэробика, индивидуальные и парные занятия. Для корпоративных клиентов выделен отдельный подраздел с условиями для юридических лиц.

Раздел «Тренеры» знакомит посетителей с преподавательским составом. Каждая карточка тренера содержит фотографию, информацию об образовании, спортивных достижениях, квалификации и специализации, что помогает пользователям сделать осознанный выбор.

Информационный блок «О бассейне» посвящен инфраструктуре комплекса. Здесь пользователи могут найти технические характеристики бассейна (размеры, глубина,

система очистки воды), описание и фотографии вспомогательных помещений (раздевалки, душевые), а также сведения о доступности для людей с ограниченными возможностями.

Раздел «Сведения об организации» содержит всю необходимую контактную и юридическую информацию: точный адрес, телефоны, электронную почту, часы работы, историческую справку о бассейне и схему проезда с указанием парковки [2].

Таким образом, разработанный веб-сайт комплексно решает задачу информирования целевой аудитории, представляя «Радиоволну» как современный, технологичный и клиентоориентированный спортивный объект. Он не только упрощает процесс взаимодействия с посетителями, но и способствует популяризации здорового образа жизни и спорта среди студентов и жителей города.

#### *Библиографический список*

1. Сайт РГРТУ. Описание инфраструктуры. URL: <https://www.rsreu.ru/>, 11.10.2025.
2. Девид Кроудер. Создание веб-сайта для чайников. Обновленное издание: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д.Вильямс», 2017. – 336 с.: ил.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ – КЛЮЧЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ**

Е.Ю. Скоз

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

В докладе рассматривается возможность моделирования и его роль в управлении проектами.

В настоящее время, когда проекты становятся все более сложными и масштабными, эффективное планирование и прогнозирование является критически важным для его успешной реализации. Именно моделирование предоставляет необходимые инструменты для достижения этих целей.

Ключевой процедурой создания любой системы является синтез ее архитектуры. Для моделирования архитектуры системы, т.е. ее функциональных проявлений с точки зрения пользователя, наиболее рациональным, с моей точки зрения, служит системный подход. В его основе лежит рассмотрение объекта как целостного множества элементов в совокупности отношений и связей между ними, т.е. рассмотрение объекта как системы [1].

В общем и целом, моделей систем чрезвычайно много, но все их разнообразие может быть представлено конечным числом типов общих моделей систем, каждая из которых характеризуется определенным эпистемологическим уровнем с соответствующим набором методологических отличий [2].

Центральным понятием системного подхода являются понятия порождающей и структурированной систем, на основе которых и может строиться достаточно простой и гибкий формализм.

Использование синтеза моделей систем на первоначальных стадиях проектирования позволит руководству:

При моделировании процессов: визуализировать и анализировать workflow, выявлять узкие места и оптимизировать последовательности задач.

При имитационном моделировании: прогнозировать поведение системы в различных сценариях, оценивать риски и определять наиболее рациональные стратегии.

При финансовом моделировании: анализировать экономические показатели проекта, оценивать ROI, разрабатывать бюджетные сценарии.

При сетевом планировании (CPM/PERT): определять критические пути, оптимизировать сроки выполнения проекта, управлять ресурсами.

Применение моделирования в управлении проектами не ограничивается лишь этапом планирования. На протяжении всего жизненного цикла проекта модели позволяют отслеживать отклонения от запланированных показателей, оперативно корректировать стратегии и адаптироваться к изменяющимся условиям.

Не менее важным является использование моделирования для обучения и развития проектных команд. Создание виртуальных симуляций позволяет сотрудникам приобретать опыт в управлении проектами в безопасной среде, экспериментировать с различными подходами и учиться на собственных ошибках, не рискуя реальным проектом и его бюджетом. Такой подход значительно повышает компетентность команды и способствует формированию более эффективных стратегий управления.

Внедрение моделирования требует определенной подготовки и инвестиций. Необходимо обучить сотрудников работе с соответствующими инструментами, разработать стандарты моделирования и обеспечить интеграцию моделей с другими системами управления проектами. Однако, как показывает практика, эти затраты окупаются многократно за счет повышения эффективности и снижения рисков.

В заключение, могу отметить, что моделирование является мощным инструментом, способным значительно повысить эффективность управления проектами.

Стоит подчеркнуть, что моделирование является не просто полезным инструментом, а неотъемлемой частью современного управления проектами. Инвестиции в разработку и внедрение моделей оправдываются повышением эффективности, снижением рисков и улучшением общего результата проекта.

#### *Библиографический список*

1. Дж. Клир Системология Автоматизация решения системных задач: Пер. с англ.-М.: Радио и связь, 1990. – 534 с.
2. Смолов В.Б. Архитектура и математическое обеспечение вычислительных машин и систем. – Л., 1989. – 158 с.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГНОСТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ НА ОСНОВЕ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА (CGM)**

П.Ю. Титова, Ю.С. Сурикова

Научный руководитель – Проказникова Е.Н., к.т.н., доцент

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

В докладе рассматривается методика построения статистической модели прогнозирования поведения глюкозы в крови на основе параметров, полученных из непрерывного мониторинга глюкозы (CGM). В качестве базовых методов решения используются адаптированные авторегрессионные интегрированные модели скользящего среднего

Рост распространенности сахарного диабета определяет необходимость разработки эффективных методов прогнозирования гликемических колебаний, позволяющих минимизировать риск острых и хронических осложнений и повысить качество жизни пациентов.

Анализ уровня глюкозы в крови — ключевой инструмент для выявления диабета и других метаболических расстройств. Результаты анализа влияют на дальнейшую диагностику и профилактику серьезных осложнений. Понимание значений глюкозы позволяет своевременно принять меры для сохранения здоровья [1].

Современные технологии непрерывного мониторинга глюкозы (CGM) обеспечивают детализированный временной ряд данных, отражающих динамику уровня глюкозы в крови с высокой частотой измерений [2]. Эти данные формируют основу для построения статистических и машинных моделей прогнозирования.

Для прогнозирования значений уровня глюкозы в крови у пациентов с сахарным диабетом используются модели авторегрессионной интегрированной модели скользящего среднего, для анализа исторических данных из системы непрерывного мониторинга уровня глюкозы в крови (CGM) для прогнозирования уровня сахара в крови пациента в будущем с целью предотвращения эпизодов гипо- и гипергликемии.

Перенос предложенного подхода в медицинскую практику открывает перспективу для персонализированной оценки динамики гликемии на уровне каждого пациента с учётом суточных (циркадных) ритмов, режима питания, физической активности и других жизненных факторов. Использование адаптированных моделей ARIMA / ARIMAX, позволяет строить прогнозы на ближайшие интервалы с достаточной точностью, что делает возможным раннее предупреждение гипо- и гипергликемии [3].

Таким образом, реализуемый подход позволяет не просто строить модели прогноза гликемии, но и интегрировать их в систему персонального мониторинга, которая будет адаптироваться к индивидуальным особенностям пациента и факторным воздействиям (питание, активность, стресс). Предварительные результаты в литературе показывают, что адаптивные ARIMA-модели превосходят классические по точности прогноза при анализе CGM-данных, а в сопоставлении с нелинейными методами ARIMA остаётся конкурентоспособной при индивидуальной настройке модели [4].

*Библиографический список*

1. Леонтьева С. В. Глюкоза в биохимическом анализе: как распознать диабет и метаболические нарушения [Электронный ресурс] / Леонтьева С. В. // Врач КДЛ — Электрон. текстовые данные. — 2025. — Режим доступа: <https://vrachotvetit.ru/laboratornaya-diagnostika/articles/10283-biohimicheskij-analiz-krovi-klyuchevye-markery-zdorovya-i-ih-znachenie/10286-glyukoza-v-biohimicheskom-analize-kak-raspoznat-diabet-i-metabolicheskie-narusheniya>
2. Richard M. Bergenstal, MD. Understanding Continuous Glucose Monitoring Data [Электронный ресурс] / R.M. Bergenstal. // National Library of Medicine — 2018 — Электрон. текстовые данные. — Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538967>
3. QingXiang B., As'array A., et al. The Modified ARIMA Predicting Algorithm Apply on Glucose Values Prediction [Электронный ресурс] / B. QingXiang, A. As'array, et al. // Springer Nature Link — Электрон. текстовые данные. — 2024. — Режим доступа: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-97-3851-9\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-97-3851-9_3)
4. Yang J., Li L., Shi Y., Xie X. An ARIMA Model with Adaptive Orders for Predicting Blood Glucose Concentrations and Hypoglycemia [Электронный ресурс] / Jun Yang, Lei Li, Yimeng Shi, Xiaolei Xie// National Library of Medicine – 2018. - Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29993728/>

## **АДАПТИВНОЕ КОДИРОВАНИЕ И ОБЪЕДИНЕНИЕ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ В РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

Д.И. Успенский

Научный руководитель – Овечкин Г.В., д.т.н., профессор

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

Современные рекомендательные системы (РС) всё чаще сталкиваются с необходимостью обработки данных различной природы: табличных признаков, текстовых описаний, изображений и других видов контента. Такие данные несут комплементарную информацию, и их совместное использование позволяет моделям глубже понимать контекст взаимодействия пользователя с системой [1]. Однако разнородность источников данных делает задачу их интеграции нетривиальной, поскольку каждое пространство признаков имеет собственную структуру, масштаб и плотность распределения. В этой связи актуальной становится проблема построения архитектур, способных объединять модальности в едином семантическом пространстве без потери специфической информации каждой из них.

Предлагаемый подход к созданию РС основан на архитектуре типа *DSSM (Deep Structured Semantic Model)*, которая позволяет обучать глубокие представления объектов и пользователей на основе данных разного типа. Каждая модальность проходит через свой специализированный энкодер. Табличные признаки проходят через обучаемые таблицы эмбедингов для категориальных данных и небольшие нейронные сети для числовых признаков. Текстовые описания кодируются с помощью предобученной трансформерной модели *BERT*, обеспечивающей получение векторов, отражающих семантическое содержание текста. Для визуальных данных используется модель *ViT (Vision Transformer)*, формирующая представление изображения через разбиение на кусочки (патчи) и последовательную обработку их



трансформерными блоками [2]. Таким образом, каждая модальность преобразуется в векторное представление фиксированной размерности, пригодное для последующего объединения.

Интеграция разнородных модальностей осуществляется с использованием механизма адаптивного внимания. Такой механизм обучается автоматически определять, какие источники информации наиболее релевантны в конкретной ситуации, и присваивать им соответствующие веса. Это позволяет системе гибко реагировать на неполноту данных: например, при отсутствии изображения она может опираться на текстовые и табличные признаки. Итоговое векторное представление формируется как взвешенное объединение модальных векторов и отражает все разнородные свойства объекта или пользователя.

Предложенная архитектура обладает рядом преимуществ. Во-первых, она устойчива к отсутствию отдельных типов данных, что важно для реальных сценариев, где часть информации о пользователе или товаре может быть недоступна. Во-вторых, использование предобученных моделей, таких как *BERT* и *ViT*, позволяет эффективно переносить знания из смежных областей и работать даже при ограниченных объемах обучающих выборок. В-третьих, модель обладает некоторой интерпретируемостью — благодаря механизмам внимания можно анализировать, какая модальность внесла наибольший вклад в итоговую рекомендацию [3].

В докладе рассматриваются основные концепции архитектуры кодирования признаков объектов для мультимодальных рекомендательных систем и приведены способы, реализующие создание единого векторного пространства модели.

#### *Библиографический список*

1. Климов А. С., Колосов Д. С. Мультимодальные рекомендательные системы на основе глубокого обучения // Искусственный интеллект и принятие решений. 2023. №4. С. 42–53. DOI: 10.14357/207183222304005.

2. Liu Q., Hu J., Xiao Y., Gao J., Zhao X. Multimodal Recommender Systems: A Survey [Электронный ресурс] // arXiv. 2023. – <https://arxiv.org/abs/2302.03883> (дата обращения: 10.10.2025).

3. Zhou H., Zhou X., Zeng Z., Zhang L., Shen Z. A Comprehensive Survey on Multimodal Recommender Systems: Taxonomy, Evaluation, and Future Directions [Электронный ресурс] // arXiv. 2023. – <https://arxiv.org/abs/2302.04473> (дата обращения: 28.10.2025).

### **УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ НАУЧНЫХ ДАННЫХ: ОТ СБОРА ДО ПУБЛИКАЦИИ**

И.И. Фандеев

Научный руководитель – Мирзоян Д.И., старший преподаватель

**МИРЭА – Российский технологический университет**

В условиях цифровой трансформации науки значительно возрастает объём генерируемых данных, получаемых в результате экспериментов, симуляций и наблюдений. Однако во многих научных организациях до сих пор отсутствует единая система управления такими данными. Хаотичное хранение, недостаток описаний и

версионирования приводят к потере контекста и невозможности воспроизводимости результатов исследований.

Одновременно с этим значительно усиливаются требования к открытости и прозрачности научных исследований. Международные научные фонды, государственные грантодатели и издательские дома всё чаще предъявляют условия обязательного предоставления исходных данных, на которых основаны научные выводы. Публикация только итоговых результатов исследования больше не считается достаточной. От исследователей ожидается, что они обеспечат доступ к первичным данным, методикам обработки и метаданным, описывающим контекст их получения.

Такой подход основан на принципах FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) — концепции, определяющей четыре ключевых требования к исследовательским данным: они должны быть находимыми (иметь уникальные идентификаторы и описания), доступными (иметь прозрачные условия доступа и хранения), совместимыми (использовать общие форматы и стандарты обмена), и повторно используемыми (содержать достаточную информацию для повторного анализа другими исследователями) [1].

Соблюдение этих принципов становится не только требованием академических стандартов, но и условием участия в международных проектах, получения грантов и публикации в высокорейтинговых журналах. Например, российские фонды — такие как РФФИ и РНФ — включают положения об открытых данных в свои руководства по подаче заявок [2].

Вместе с тем, выполнение этих требований невозможно без внедрения системного подхода к управлению данными. Необходимы инструменты планирования, описания, хранения и распространения исследовательских данных на протяжении всего их жизненного цикла.

В работе рассматривается концепция управления жизненным циклом научных данных (Data Lifecycle Management, DLM), адаптированная под нужды научных организаций. Предлагается рассматривать данные как стратегический ресурс, требующий управления на всех этапах жизненного цикла: от планирования до публикации и архивации [3].

Предложена модель, включающая шесть этапов: планирование, сбор и обработка, анализ и хранение, описание и каталогизация, публикация и обмен, архивация данных и их повторное использование.

Особое внимание уделено созданию цифровой инфраструктуры, объединяющей каталог данных, сервисы идентификации (DOI), унифицированные хранилища и вычислительные среды.

Реализация данной модели способствует повышению прозрачности и воспроизводимости научных исследований, созданию единого цифрового пространства данных и формированию новых ролей — инженеров и кураторов данных.

Внедрение данной концепции позволит не только повысить качество и воспроизводимость научных результатов, но и создать новые формы организации исследовательской деятельности. В научных коллективах появятся новые роли — кураторы данных и инженеры данных, отвечающие за структуру, качество и доступность информации.

Основные эффекты внедрения системного управления данными включают сокращение времени на поиск и подготовку информации, повышение доверия к

результатам исследований, выполнение международных требований по открытой науке и создание новых цифровых активов, пригодных для машинного анализа и обучения.

Таким образом, управление жизненным циклом научных данных является ключевым направлением развития современной цифровой науки. Реализация предложенной модели обеспечивает переход от разрозненных инициатив к единой, прозрачной и воспроизводимой системе организации исследовательских данных, соответствующей мировым тенденциям и принципам устойчивого научного развития.

#### *Библиографический список*

1. Ходсон.С. Внедрение принципов данных FAIR — что стоит за аббревиатурой? [Эл.ресурс] - <https://ru.council.science/blog/implementing-fair-data-principles/> (дата обращения: 22.10.2025)
2. Документы|Российский научный фонд [Эл.ресурс] - <https://rscf.ru/documents/> (дата обращения: 21.10.2025)
3. Малиновская, В. В. Управление жизненным циклом больших данных / В. В. Малиновская, В. Ф. Алексеев // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник научных статей VII Международной научно-практической конференции, Минск, 19-20 мая 2021 года / редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск: Бестпринт, 2021. – С. 379–384.

### **ТРАССИРОВКА ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТИ**

А.М. Филиппов, С.В. Крошилина

Научный руководитель – Крошилин А.В., д.т.н., профессор

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

В докладе рассматривается задача трассировки малых воздушных объектов в видеопотоках на базе нейронной сети. Актуальность обусловлена расширением применения беспилотных летательных аппаратов, что в свою очередь требует обеспечения безопасной интеграции малых летательных аппаратов в воздушное пространство [1]. Для такого рода задач подходят предметно-ориентированные системы, в которых возможна реализация трассировки воздушных объектов на основе нейросети для обеспечения устойчивого сопровождения объекта [2].

Техническая сложность реализации состоит в следующем:

- малом угловом размере целей;
- постоянно меняющемся масштабе и ракурсе;
- смазанности изображения;
- частичном перекрытии объекта;
- сложных погодных-климатических условиях;
- сильном шуме матрицы и так далее.

Отдельной проблемой является классификация классов «птица/БЛА/самолет/вертолет», нейросетевые детекторы обеспечивают высокую точность локализации объекта, но не гарантируют согласованности его класса во времени, что приводит к разрывам траекторий и потере идентичности объекта.

Целью работы является разработка программного обеспечения для трассировки воздушных объектов на основе нейросети обеспечивающий устойчивое

сопровождение объекта в видеопотоке. Предлагает реализация модели машинного обучения в целях решения широкого спектра задач, связанных с обнаружением объектов в кадре изображения, полученных в различных условиях с применением различных теорий обработки результатов [3, 4]. Научная новизна заключается в интеграции темпорально-динамических и геометрических признаков класса в процесс трассировки: периодичность взмаха крыльев и признаков вращения лопасти, размер рамки и ее ориентация [5]. Такой подход повышает устойчивость и достоверность межклассового различия в условиях сильных шумов.

Практическая значимость решения связана с применением в оптико-электронных системах наблюдения, где требуется непрерывное сопровождение и корректная идентификация объектов.

#### *Библиографический список*

1. Шелабин Д.А., Сергеев С.Л. Процесс трассировки движущихся объектов в видеопотоке - Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2013. – 120с.
2. Крошилин, А. В. Предметно-ориентированные информационные системы / А. В. Крошилин, С. В. Крошилина, Г. В. Овечкин. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательство "КУРС", 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-907535-96-1. – EDN ХВРJJW.
3. Сметанин А.А., Духанов А.В., Герасимчук М.Ю. Разработка метода выбора моделей машинного обучения распознавания объектов - Компьютерная оптика, 2025.
4. Жулева С.Ю., Крошилин А.В., Крошилина С.В. Применение нечетких множеств для формирования кадрового обеспечения медицинского учреждения // Биомедицинская радиоэлектроника. 2024. Т. 27. № 4. С. 80–86. DOI: <https://doi.org/10.18127/j15604136-202404-11>
5. Обработка изображений и управление в системах автоматического сопровождения объектов. Министерство Образование и Науки Российской Федерации рязанский государственный Радиотехнический Университет. Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, О.Е. Балашов, А.И. Степашкин., 2011. – 38с

## **ПРОЦЕСС ВЫБОРА МОДЕЛИ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ СБОРА И АНАЛИЗА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

И.Д. Хрусталева, С.В. Крошилина

Научный руководитель – Крошилин А.В., д.т.н., профессор

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

Эффективность современных информационных систем, таких как платформы для поиска IT-исполнителей, критически зависит от качества и доступности данных [1]. Такие сервисы помогают находить исполнителей для выполнения разовых задач или постоянного сотрудничества с заказчиками. Компании нуждаются в талантливых разработчиках, аналитиках, администраторах систем и других профессионалах. Успешный сбор, сопоставление и консолидация разнородной пользовательской информации (опыт, специализация, история откликов) требуют создания единой, структурированной среды хранения. Такой средой выступает витрина данных (Data Mart) — подмножество (срез) хранилища данных, представляющее собой массив

тематической, узконаправленной информации, ориентированной, например, на пользователей одной рабочей группы или подразделения [2].

Построение устойчивой и производительной витрины данных требует системного подхода к моделированию, которое должно учитывать как требования к производительности запросов, так и требования к гибкости при интеграции данных [3, 4].

Основные методологии моделирования данных. В контексте хранилищ и витрин данных используются четыре ключевых подхода, каждый из которых имеет свою основную цель:

1. Реляционное моделирование (3NF).
2. Размерное моделирование (Dimensional Modeling).
3. Data Vault (Хранилище данных).
4. Anchor Modeling (Якорная модель) [5].

Комплексный анализ и процесс выбора модели. Выбор оптимального подхода к моделированию не может быть произвольным; он должен стать результатом строгого, комплексного анализа предметной области и целевых требований системы [6].

Фундаментальный процесс выбора включает следующие ключевые шаги:

1. Сбор и анализ бизнес-требований: на этом этапе определяются задачи, которые должна решать система. Четкое понимание целей формирует первоначальные приоритеты (скорость или историчность).

2. Определение шаблонов потребления данных: необходимо проанализировать, как именно пользователи и аналитические инструменты будут запрашивать данные.

3. Оценка источников и сложности интеграции: изучение исходных систем позволяет определить степень разнородности, избыточности и качества данных. Если источники данных многочисленны и часто меняются, требуются более гибкие модели.

4. Оценка требований к историчности и гибкости: определяется, насколько критично хранить полную историю изменений атрибутов сущностей

Эффективность системы сбора и анализа информации зависит от построения устойчивой модели данных. Хорошие данные должны быть полными, актуальными, точными и консистентными. Обеспечение долгосрочного функционирования системы достигается за счет выбора того подхода, который наилучшим образом соответствует установленным на этапе комплексного анализа приоритетам системы по производительности, гибкости и историчности.

#### *Библиографический список*

1. Крошилин А.В. Предметно-ориентированные информационные системы: учебное пособие / А.В. Крошилин, С.В. Крошилина, Г.В. Овечкин. — Москва: КУРС, 2023. — 176 с. — (Естественные науки).

2. Витрина данных [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Витрина\\_данных](https://ru.wikipedia.org/wiki/Витрина_данных) (дата обращения: 19.10.2025).

3. Овечкин Г.В., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Саморукова О.Д. Моделирование процессов управления в организационных системах на основе теории нечетких когнитивных карт // Вестник РГРТУ. №91 - Рязань: РГРТУ, 2025. — 210 с.

4. Перепелкин Д.А., Попова А.А., Крошилин А.В., Крошилина С.В. Компьютерное моделирование процессов поддержки принятия решений врача-стоматолога на основе семантических сетей // Вестник РГРТУ. №89 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 155 с.

5. Systems\_Education. Хранилища данных. Обзор технологий и подходов к проектированию [Электронный ресурс] // Хабр. — 2024. — 1 июля. — URL: <https://habr.com/ru/articles/822669/> (дата обращения: 19.10.2025).

6. Жулева С.Ю., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Саморукова О.Д. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник РГРТУ. №88 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 142 с.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Е.С. Щенёв, Ю.Б. Щенёва, А.Н. Пылькин

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

В докладе рассматривается ряд вопросов по разработке методов интеллектуального анализа данных для принятия решений:

В условиях повсеместной цифровизации возрастает потребность в создании и сопровождении надёжного и качественного программного обеспечения. По мере расширения функциональности автоматизированных систем обучения — за счёт добавления новых инструментов и методов — растёт и интенсивность использования их компонентов. Особенно важную роль играет визуальное представление информации: наглядные элементы интерфейса, отражающие ключевые результаты или процессы, значительно улучшают восприятие и взаимодействие пользователя с системой. Ярким примером таких интеллектуальных компонентов являются алгоритмы искусственного интеллекта, способные к самообучению и обеспечивающие чёткое, структурированное отображение характеристик изучаемого объекта или процесса. Благодаря своей способности эффективно обрабатывать большие объёмы данных, такие алгоритмы во многих задачах превосходят человеческие возможности.

В условиях роста объёмов образовательных данных возникает необходимость в эффективных методах их визуального представления для быстрого и интуитивного восприятия. Традиционные таблицы и графики часто не позволяют одновременно оценить множество параметров успеваемости [1]. Визуальные методы для представления результатов успеваемости учащегося, такие как «Лица Чернова», предлагают перспективный подход к многомерной визуализации. Адаптация и развитие метода «Лиц Чернова» для задачи представления академической успеваемости студентов, где элементы лица (в первую очередь — выражение эмоции) представляют из себя агрегированные показатели учебной деятельности, а не реальное эмоциональное состояние учащегося, являются основной целью в рассматриваемой статье.

Предложен модифицированный метод визуализации на основе уже существующей технологии представления результатов «Лица Чернова», в котором:

- учитываются ключевые параметры успеваемости: средний балл, доля сданных работ в срок, посещаемость, активность на занятиях и др.;
- каждому параметру присваивается вес с возможностью корректировки

(вручную или на основе экспертных правил);

- на основе взвешенной оценки формируется скалярный индекс «академического успеха»;

- этот индекс отображается через изменение выражения лица (в частности — эмоции: от «довольного» до «расстроенного»), встроенный в стилизованную фотографию студента (или в «эталонную фотографию» студента при отсутствии реальной).

В отличие от классического подхода, где геометрические параметры лица (форма глаз, рта и т.д.) являются независимыми переменными, в разработанном методе используется упрощённая, но более интерпретируемая схема: основной акцент сделан на эмоциональную составляющую как интегральный индикатор, что повышает наглядность для неспециалистов (преподавателей, кураторов). Разработан прототип системы, интегрированный в учебный портал. Проведено тестирование с участием некоторого количества экспертов: 85% отметили, что визуальные портреты позволяют быстрее выявлять отстающих студентов по сравнению с табличными отчётами [2]. Также метод показал высокую эффективность при мониторинге больших групп.

Предложенный подход является инструментом поддержки принятия решений в образовательной среде: помогает преподавателям оперативно реагировать на снижение успеваемости, а также отслеживать общую динамику академических показателей на уровне направления или факультета в целом [3].

Подводя итог вышесказанному, можно заключить следующее: при создании интеллектуальных методов принятия решений на основе анализа данных реально эффективно применять как алгоритмы машинного обучения, так и подходы из области распознавания эмоций на изображениях. В частности, нейросетевая модель используется для классификации фотографий по эмоциональным признакам и последующей модификации выражения лица на изображении. Визуальные компоненты, построенные с использованием технологий искусственного интеллекта, наглядно отражают результаты тестирования и позволяют пользователю наглядно отобразить результат его взаимодействия с сетевой информационной системой.

#### *Библиографический список*

1. Щенёва Ю.Б., Пылькин А.Н., Щенёв Е.С., Бодров О.А. Модель освоения образовательных компетенций с использованием инструментария интеллектуального анализа данных. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2023. № 84. С. 119-132.

2. Щенёва Ю.Б. Алгоритм многокритериального анализа данных для систем поддержки принятия решений. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. № 92. С. 203-213.

3. Щенёва Ю.Б., Щенёв Е.С., Пылькин А.Н., Майков К.А. Модель процесса формирования специального комплекта оборудования технической системы с использованием многокритериальной оптимизации. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. № 93. С. 130-142.

## **МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Ю.Б. Щенёва, А.Н. Пылькин

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

В докладе рассматриваются особенности применения методов многокритериальной оптимизации для систем поддержки принятия решений (СППР).

Многокритериальный анализ данных является основой для разработки систем поддержки принятия решений. Основная сложность задач многокритериальной оптимизации заключается не столько в количестве критериев, сколько в учете специфики каждого отдельного критерия и многообразии способов их представления.

Определяя процесс оптимизации, следует выделить следующие основные этапы:

- определение целей и ограничений СППР, выделение ключевых факторов, влияющих на процесс принятия решения;
- выбор критериев оценки, формирование набора критериев, в зависимости от оценки важности относительно общей цели;
- нормализация данных, приведение критериев к единообразному виду, устранение эффекта масштаба путем масштабирования значений;
- агрегирование оценок с помощью методов оптимизации и предпочтений экспертов;
- анализ результатов, интерпретация полученных решений и проверка устойчивости к изменению исходных данных и весовых коэффициентов.

Необходимо заметить, что довольно часто возникает необходимость приведения многокритериальной задачи к однокритериальной версии. Для этой цели используется последовательное применение методов многокритериальной оптимизации: главного критерия, линейной свертки, максиминной свертки, идеальной точки, метод приоритетов, метод последовательных уступок.

Метод главного критерия позволяет выбрать в качестве основного оптимального критерия целевую функцию, которая наиболее полно отражает цель принятия решений. Однако требуется введение дополнительных ограничений, чтобы учитывать остальные требования к задаче. Основным недостатком использования рассматриваемого метода является возникновение нескольких «главных» критериев, которые могут находиться в противоречии друг с другом [1].

Метод линейной свертки предполагает преобразование многокритериальной задачи оптимизации в однокритериальную путём введения единого показателя качества, представляющего собой взвешенную сумму отдельных критериев. Однако выбор весовых коэффициентов является сложной задачей, так как требует привлечения экспертных мнений.

Преимущество максиминного метода перед линейной сверткой состоит в обеспечении устойчивости решения даже при наличии сильно различающихся характеристик целей. В отличие от метода линейной свертки на итоговую целевую функцию влияет лишь один конкретный критерий [2].

Метод идеальной точки основан на поиске альтернатив, наиболее близких к положительной идеальной точке и удаленных от отрицательной. По найденному расстоянию до идеальной точки осуществляется анализ решений на соответствие наилучшему варианту и исключение неподходящих вариантов. Завершающим этапом



многокритериальной оптимизации с использованием рассматриваемого метода является оценка полученного оптимального решения.

При ранжировании критериев с помощью интегральной оценки используется метод приоритетов. Упорядочение вариантов выбора относительно заданных критериев производится с помощью весовых коэффициентов. Недостаток при использовании данного метода – зависимость от экспертного мнения при определении весов [3].

Метод последовательных уступок обеспечивает нахождение компромиссного оптимального решения в условиях конфликта критериев посредством пошагового улучшения результата многокритериальной задачи. Этот процесс осуществляется путем постепенного ослабления ограничений по отдельным критериям, позволяя достичь баланса между конкурирующими целями и обеспечить необходимый уровень всех заданных условий.

Подводя итог вышесказанному, можно заключить следующее: для разработки систем поддержки принятия решений используются методы многокритериальной оптимизации. Однако эффективность применения выбранного метода зависит от грамотного выбора порядка рассмотрения критериев и способности оценивать последствия изменений каждого шага. С помощью совокупности рассмотренных методов многокритериальной оптимизации осуществляется процесс оптимизации конфликтующих целевых функций в заданной области определения.

#### *Библиографический список*

1. Щенёва Ю.Б., Пылькин А.Н., Щенёв Е.С., Бодров О.А. Модель освоения образовательных компетенций с использованием инструментария интеллектуального анализа данных. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2023. № 84. С. 119-132.
2. Щенёва Ю.Б. Алгоритм многокритериального анализа данных для систем поддержки принятия решений. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. № 92. С. 203-213.
3. Щенёва Ю.Б., Щенёв Е.С., Пылькин А.Н., Майков К.А. Модель процесса формирования специального комплекта оборудования технической системы с использованием многокритериальной оптимизации. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. № 93. С. 130-142.

---

**Секция 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

---

**ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА МАЙЕРСА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ИЗМЕНЕНИЙ СПИСКОВ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ**

А.А. Анастасьев, Е.Н. Проказникова

Научный руководитель – Пылькин А.Н., д.т.н., профессор

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

В современном мире веб-приложения занимают важное место среди разнообразных видов программного обеспечения. При разработке их клиентской части часто возникает необходимость представления данных в виде списков. Это могут быть, например, каталоги товаров на складе или в корзине покупателя, ленты обсуждений в социальных сетях, а также списки писем в почтовых сервисах.

Когда в таких данных происходят незначительные изменения, обычно используется простой подход — удаление старого списка и создание нового. Однако данный способ требует значительных вычислительных ресурсов, особенно при работе с крупными списками, содержащими сложную разметку, где изменяется лишь небольшая часть элементов. Поэтому возникает потребность в более рациональном инструменте, который позволял бы выполнять обновления эффективно, без полной перестройки структуры.

В 1986 году американский исследователь Юджин Майерс представил в научной статье алгоритм, определяющий минимальную последовательность операций, необходимых для преобразования одной строки символов в другую. Алгоритм имеет асимптотику  $O(N + D^2)$ , где  $N$  — суммарная длина сравниваемых строк, а  $D$  — минимальное количество различий между ними [1].

Метод Майерса получил широкое распространение и нашёл применение в различных областях: от хранения данных в блокчейн-системах до разработки распределённых приложений [2]. Кроме того, алгоритм используется для анализа паттернов изменений и автоматизации восстановления программного кода [3].

Практическая ценность алгоритма подтверждается его внедрением в реальные инструменты. Так, в 2017 году компания Google представила в Android-компонент под названием DiffUtil. Этот инструмент предназначен для выявления различий между двумя наборами данных и формирования набора операций, необходимых для преобразования одного списка в другой. В его основе лежит усовершенствованная версия алгоритма Майерса, оптимизированная для работы в условиях ограниченных вычислительных ресурсов мобильных устройств [4].

Согласно официальной документации, используемый в DiffUtil алгоритм потребляет память объёмом  $O(N)$ , сохраняя вычислительную сложность на уровне  $O(N + D^2)$ , что обеспечивает высокую производительность при сравнении списков. Скорость работы напрямую зависит от количества изменений и сложности логики сравнения элементов.

На сегодняшний день алгоритм Майерса широко применяется в мобильной разработке для оптимизации обновления списков и демонстрирует высокую эффективность при минимальном количестве выполняемых операций. Это подтверждает целесообразность его использования и в веб-разработке, где задачи

частичного обновления данных встречаются столь же часто.

Однако в области веб-разработки применение алгоритма Майерса до настоящего времени практически не встречалось. Большинство существующих решений ограничиваются частичными оптимизациями, основанными на простом сравнении идентификаторов элементов или применении эвристик для уменьшения количества перерисовок. Такие подходы нередко оказываются недостаточно точными и не обеспечивают минимального количества операций обновления, особенно при динамических изменениях данных на стороне клиента.

В рамках проведённого исследования был реализован инструмент, основанный на алгоритме Майерса, адаптированный для работы с DOM-структурами веб-приложений. Разработанный модуль выполняет анализ различий между исходным и обновлённым списками данных, формирует оптимальный набор операций (добавление, удаление) и применяет их без полной перерисовки страницы. Это позволяет значительно сократить объём вычислений и повысить отзывчивость интерфейса при обновлении данных.

Практическая реализация данного инструмента была выполнена в составе программного обеспечения для управления образовательным процессом лингвистической школы. В этом приложении списки используются для отображения курсов, студентов и преподавателей. Благодаря интеграции алгоритма Майерса удалось обеспечить более плавное и эффективное обновление данных, снизить нагрузку на клиентскую часть и улучшить общее восприятие интерфейса пользователями.

В таблице 1 приведены показатели производительности при обновлении списков разной длины — с использованием алгоритма Майерса и без него, при работе с простыми текстовыми элементами.

Таблица 1 - Результаты обновлений списков различной длины

Размер списка	Количество изменяемых элементов	Время обновления целиком	Время обновления с алгоритмом Майерса
100	10	1.227 мс	0.639 мс
100	100	1.268 мс	3.313 мс
1000	50	11.518 мс	5.108 мс
1000	200	11.524 мс	14.320 мс
1000	500	11.509 мс	19.962 мс

Анализ данных из таблицы показывает, что при значительных изменениях, сравнимых по объёму с размером всего списка, применение рассматриваемого инструмента не даёт ощутимого преимущества. Это связано с тем, что при масштабных обновлениях всё равно приходится заново создавать большинство элементов, а сам процесс вычисления последовательности преобразований требует дополнительных ресурсов.

Ситуация меняется, когда речь идет о списках внушительной длины (например, порядка 1000 элементов), в которых изменяется лишь небольшая часть — порядка 50 пунктов. В подобных случаях, даже если элементы представляют собой простые текстовые блоки без визуальных усложнений (видеофрагментов, анимации и пр.), экономия ресурсов становится ощутимой. Выигрыш заключается в том, что время, потраченное на выполнение алгоритма оптимизации изменений, компенсируется за

счет ускоренного обновления интерфейса.

Таким образом, применение алгоритма Майерса в веб-разработке открывает новые возможности для оптимизации взаимодействия клиента и сервера, а также для построения динамичных и высокопроизводительных интерфейсов современных веб-приложений.

*Библиографический список*

1. Eugene, W., Myers. (1986). An O (ND) difference algorithm and its variations. *Algorithmica*, 1(1), 251-266. doi: 10.1007/BF01840446
2. Sheng Wang, Tien Tuan Anh Dinh, Qian Lin. Forkbase: an efficient storage engine for blockchain and forkable applications // *Very Large Data Bases*. 2018. URL: <https://typeset.io/papers/forkbase-an-efficient-storage-engine-for-blockchain-and-24y0odkw82> (дата обращения: 08.05.2023)
3. Anil Koyuncu, Kui Liu, Tegawendé F. Bissyandé. FixMiner: Mining relevant fix patterns for automated program repair // *Empirical Software Engineering* (Springer US). 2020. URL: <https://typeset.io/papers/fixminer-mining-relevant-fix-patterns-for-automated-program-3kfggdpcq3> (дата обращения: 08.05.2023)
4. DiffUtil [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://developer.android.com/reference/androidx/recyclerview/widget/DiffUtil>

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ТИПА «КРАТЕР» НА ПОВЕРХНОСТИ ТРУБ В УСЛОВИЯХ ЗАШУМЛЕННЫХ ДАННЫХ**

Н.Н. Бастрыкин

Научный руководитель – Новиков А.И., д.т.н., доцент

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

Контроль геометрической целостности поверхностей, имеющих форму цилиндра (например, внешняя и внутренняя поверхности труб различного диаметра), является актуальной задачей в промышленной дефектоскопии. Одним из распространенных видов дефектов является локальное углубление – «кратер». Автоматизация процесса обнаружения и оценки параметров таких дефектов – площади и глубины кратера - по данным, получаемым от измерительных приборов (профилометров), позволяет повысить точность и скорость контроля. Поверхность трубы в ее поперечном сечении сканируется с высокой точностью двумя лазерными дальномерами (профилометрами), расположенными над трубой и под трубой соответственно в процессе движения трубы по конвейеру. Сложность обнаружения дефекта в составе отсканированного сигнала заключается в неизбежно появляющемся измерительном шуме и в кривизне самой окружности.

Исследование направлено на решение следующих задач:

1. Оценивание параметров окружности по измерениям от профилометров.
2. Обнаружение дефектов на поверхности трубы.

Для решения первой задачи были применены два подхода. Первый основан на свойствах серединных перпендикуляров к хордам окружности. Этот метод позволяет достаточно точно определять координаты ( $x_0$ ;  $y_0$ ) центра окружности и её радиус. Второй подход использует метод наименьших квадратов (МНК), который

минимизирует сумму квадратов отклонений экспериментальных точек от искомой окружности, что обеспечивает статистически оптимальную оценку её параметров.

Для решения второй задачи — обнаружения дефектов типа «кратер» — было проведено исследование и сравнение четырех методов.

В первом методе после оценки параметров окружности методом хорд и срединных перпендикуляров дефект выявляется по аномальным отклонениям точек профиля от построенной идеальной кривой.

Второй метод аналогичен первому, с тем отличием, что для оценки параметров окружности применяется МНК.

Третий метод основан на нахождении в скользящем режиме вдоль измеренного сигнала оценки второй производной и её анализе. На окружности оценка второй производной имеет плавное изменение, а в точках начала и конца принимает максимальные по модулю значения. Координаты дефекта фиксируются по этим пикам, что позволяет локализовать кратер без предварительного определения параметров окружности.

Четвёртый метод заключается в вычислении в скользящем режиме свертки симметричной векторной маски длины  $(2k+1)$  с фрагментом сигнала такой же длины. Длина окна скольжения и коэффициенты маски подбираются сообразно соответственно средней длине кратера и так, чтобы они (коэффициенты) обеспечивали сглаживание сигнала [1, 2]. Границы кратера и в этом случае фиксируются по точкам экстремумов результирующего сигнала на выходе свертки.

Исходные данные моделировались как точки верхней полуокружности с наложенным дискретным гауссовым шумом со средним квадратическим отклонением (СКО), составляющим 1% от радиуса. Дефект моделировался в виде эллипса, пересекающего окружность в своих вершинах, где точки пересечения задавали начало и конец кратера. Критериями эффективности методов служили:

- точность оценки параметров окружности (центра и радиуса);
- порог обнаружения (минимальные длина и глубина кратера для надежного обнаружения);
- вероятность ложноположительных и ложноотрицательных срабатываний;
- точность локализации границ (начала и конца) кратера.

Для проведения экспериментальных исследований был разработан генератор точек идеальной полуокружности и дефекта-кратера с возможностью наложения гауссова шума заданной интенсивности.

В методах хорд и МНК после оценки параметров окружности вычислялись отклонения наблюдаемых точек от «идеальной» кривой. Дефект идентифицировался как компактная группа точек с аномально большими отклонениями. Его границы определялись как первая и последняя точка этой группы.

Методы второй производной и маски заключались в обнаружении дефекта по пиковым значениям выходного сигнала свертки. Границы кратера соответствовали крайним пикам.

Также исследовалось влияние на результаты предварительного сглаживания данных симметричными векторными масками различной длины (5, 7, 11 точек) для подавления шума.

В процессе исследования были получены следующие результаты.

- в задаче оценивания параметров окружности без дефекта наивысшую точность показал метод наименьших квадратов;

- в задаче обнаружение кратера наилучшую чувствительность показал метод хорд в сочетании с анализом второй производной.
- сглаживание эффективно подавляло шум: маска длиной 11 точек снижала СКО шума с 1% до 0.47% от R.

*Библиографический список*

1. Доков Д.С., Новиков А.И. Информационно управляющая система сваркой продольных швов труб большого диаметра в автоматическом режиме // Вестник РГРТУ, № 93. – С. 213-222.
2. Новиков А.И., Пронькин А.В. Методы цифровой обработки изображений подстилающей поверхности. – М.: Горячая линия-Телеком. 2023. – 224 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМЫТИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЯДРАМИ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

К.А. Васильев

Научный руководитель – Новиков А.И., д.т.н., профессор

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

В докладе рассматривается размытие и восстановление изображений с помощью ядер сложной формы. Размытие изображений довольно широко применяется в графическом дизайне и в обработке фото. Но помимо художественных эффектов, размытие можно использовать для маскирования и последующей передачи визуальной информации. Так, например, в системах электронного документооборота или в фотобанках, требуется предварительный просмотр защищенного изображения (документа) в низком качестве для принятия решения о необходимости получения полного доступа.

Алгоритм формирования размытого сигнала описывается интегральным уравнением Фредгольма 1-го рода [1, 2] для двумерного (изображения)

$$\int_a^b \int_c^d K(x, y, t, s) \cdot \varphi(t, s) dt ds = f(x, y), \quad x, y \in [a, b] \times [c, d] \quad (1)$$

Проблема, возникающая при восстановлении сигнала в реальных системах, заключается в том, что правая часть уравнения (1) – функция  $f$  – известна неточно. Вместо нее наблюдается функция  $\tilde{f}_\delta = f + \xi$  такая, что:  $\|\tilde{f}_\delta - f\|_2 \leq \delta$ . При этом, как известно [1], даже малые изменения функции  $f$  могут приводить к большим изменениям результата решения уравнения (1).

В (1)  $K(x, y, t, s)$  – ядро интегрального уравнения (аппаратная функция прибора или ядро размытия).

Для формирования ядра размывающего оператора использовались следующие порождающие функция вида:

$$K_1(x, s) = \lambda e^{-\frac{(x-s)^2}{\sigma^2}}, \quad K_2(x, s) = \lambda e^{-\frac{x}{d}} * \cos(\pi * \frac{x}{T}) \quad (2)$$

где  $\lambda = 1$ . Функция (2) определена на всей числовой оси, но при этом  $K(x, s) \rightarrow 0$  при  $x \rightarrow \infty$ . Поэтому «хвосты» функции  $K(x, s)$  обрезаются. В результате получается

вектор-строка  $(r_k, r_{k-1}, \dots, r_1, r_0, r_1, \dots, r_{k-1}, r_k)$  конечной длины  $(2k+1)$ . Подбор параметров в формуле (2), обеспечивающих формирование вектор-строки такой длины достигается условием  $r_k = 10^{-6}$ . И условием  $\sum_{i=-k}^k r_i = 1$ . В итоге, разностное ядра длины  $2k+1=101$  имеют следующий вид (рис.1):

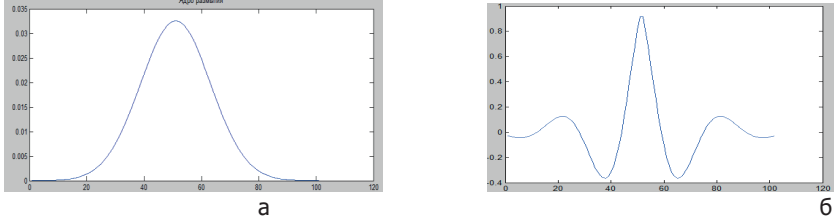


Рисунок 1 – Ядро размытия  $K_1$  (а) и  $K_2$  (б)

Для восстановления размытых изображений использовался регуляризационный алгоритм, который заключается в замене исходной некорректной задачи задачей условной минимизации, решение которой сводится к системе линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) [1]:  $(\mathbf{R}^T \mathbf{R} + \alpha \mathbf{W}) \cdot \Phi = \mathbf{R}^T \mathbf{F}$  или при  $\mathbf{V} = \mathbf{R}^T \mathbf{R} + \alpha \mathbf{E}$ ,  $\mathbf{V} = \mathbf{R}^T \mathbf{F}$  - к СЛАУ:  $\mathbf{V} \cdot \Phi = \mathbf{V}$ . Матрица в данной СЛАУ является симметричной, положительно определенной и теплицевой. Для решения такой СЛАУ можно использовать методы, описанные в [2].

С помощью ядер размытия (2) и регуляризационного алгоритма восстановления, был проведен эксперимент размытия с последующим восстановлением на примере изображения схемы с текстом (рис 1).

Как видно, при одинаковом  $\alpha = 10^{-5}$ , схема более четко восстанавливается при использовании ядра  $K_2$ , причем сокрытие информации происходит одинаково полно в обоих случаях.

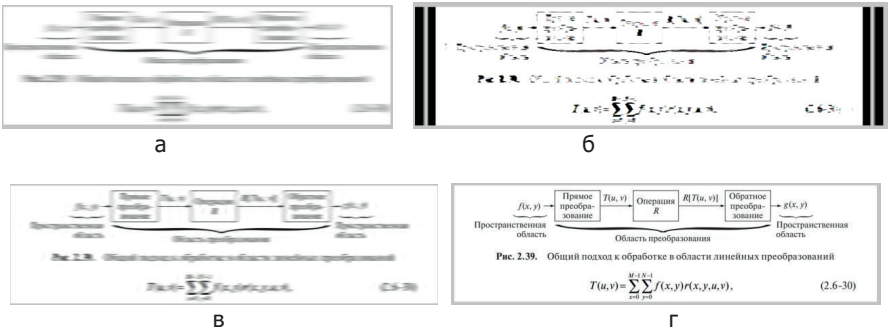


Рисунок 2 – Размытие ядром  $K_1$  (а) и результат его восстановления (в). Размытие ядром  $K_2$  (б) и результат его восстановления (г)

*Библиографический список*

1. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. - М.: Наука, 1986. – 288 с.
2. Воеводин В.В., Тыртышников Е.Е. Вычислительные процессы с теплицевыми матрицами. - М.: Наука, 1987. – 320 с.

**ПРОЦЕДУРА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВА ПЛАНИРОВАНИЯ  
ДЛЯ ОБЪЕКТОВ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ НА ЗНАЧЕНИЯ  
ФУНКЦИИ ОТКЛИКА**

Е.В. Городничева

Научный руководитель – Ленков М.В., к.т.н., доцент

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

Анализируется вопрос построения регрессионной модели и определения границ допустимой области факторного пространства для объектов, имеющих ограничения на значения функции отклика.

Заметим, что существует класс задач, где функция отклика объекта имеет ограничение. При этом в ряде случаев измерения в этой области возможны, но они будут давать результат, определяемый максимальным (или минимальным) значением показателя качества, используемого в анализе. В других случаях измерения в этой области вообще невозможны ввиду, например, отсутствия необходимых средств измерений в данной области факторного пространства, требований неразрушающего контроля и так далее. Следует отметить, что в остальной части факторного пространства измерения возможны и информативны, а поведение объекта в области измерений подчиняется, как правило, квадратичному закону. Тогда модель такого объекта необходимо строить в виде многомерного параболоида с отрезанной, уплощенной вершиной. Классическое регрессионное моделирование на всем пространстве факторов в этом случае неэффективно, так как приводит к усложнению вида модели, росту числа коэффициентов, увеличению размеров участвующих в оценивании матриц, уменьшению их обусловленности и падению точности и устойчивости процедуры оценивания коэффициентов модели.

Предлагается в пространстве входных факторов выделить две области:

- область планирования и проведения наблюдений;
- область ограничений, где наблюдения неинформативны или невозможны, а функция отклика принимает заданное значение.

При этом необходимо иметь в виду, что границы запрещенной для непосредственных наблюдений области, на начальных этапах исследования неизвестны. Таким образом, решение поставленных задач сводится к построению квадратичной регрессионной модели, работоспособной в области активного эксперимента и к разработке процедуры определения границ области ограничений и их последовательного уточнения с использованием построенной модели.

Заметим, что в рамках квадратичной модели область факторного пространства, в пределах которой выходной показатель объекта имеет постоянное значение, представляет собой эллипсоид в пространстве планирования. Понятно, задание области ограничений в виде эллипсоида в факторном пространстве неудобно с практической точки зрения. Учитывая стохастический характер объекта



исследования и возможные искажения результатов при попадании точек наблюдений (точек плана эксперимента) в запрещенную область, представляется целесообразным область ограничений аппроксимировать параллелепипедом, вписанным в эллипсоид, а пространство планирования представлять параллелепипедом, описанным вокруг эллипсоида. Для определения границ вписанного и описанного параллелепипедов предлагается использовать не только точечные оценки отклика, но и дисперсии предсказанных значений функции отклика в вершинах эллипсоида. Это позволяет учесть погрешность модели и обеспечивает статистическую обоснованность границ.

При такой постановке задачи возможна следующая процедура организации эксперимента с последовательным уточнением границ области ограничений и пространства планирования.

1. В пределах активной области пространства планирования с границами  $\pm 1$  нормированного факторного пространства выбирается произвольным образом начальное приближение области ограничений с границами  $\pm\alpha$ ,  $\pm\beta$ ,  $\pm\gamma$ , по каждому фактору.

2. В полученном пространстве планирования выбирается начальный экспериментальный план  $\epsilon^0$ .

3. В соответствии с полученным планом  $\epsilon^0$  выполняются измерения и определяются МНК-оценки коэффициентов регрессионной модели.

4. Формируется уравнение, определяющее прогнозное положение эллипсоида, задающего границу области ограничений и пространства планирования.

5. Определяются координаты вершин этого эллипсоида, предсказанные значения функции отклика в вершинах эллипсоида и дисперсии предсказанных значений функции отклика в этих точках.

6. Полученные предсказанные значения функции отклика и дисперсии предсказанных значений используются для определения новых границ области ограничений и пространства планирования  $\pm\alpha_1$ ,  $\pm\beta_1$ ,  $\pm\gamma_1$ , по каждому фактору и, соответственно, следующее приближение пространства планирования, и следующий экспериментальный план  $\epsilon^1$ .

7. В соответствии с полученным планом  $\epsilon^1$  выполняются необходимые измерения и определяются уточненные оценки коэффициентов регрессионной модели и следующее приближение пространства планирования, и следующий экспериментальный план  $\epsilon^2$ .

8. Такие действия продолжают с последовательностью получаемых экспериментальных планов до достижения некоторого правила останова. В качестве такого правила может быть принят некоторый заданный уровень уточнения границ области ограничений на двух последовательных итерациях процедуры.

Предлагаемый метод устраняет недостатки классического подхода за счет целенаправленного планирования эксперимента вне зоны ограничения и использования дисперсии предсказания для последовательного уточнения технологических допусков на управляемые факторы. Это обеспечивает экономию ресурсов, повышает точность модели и дает практический инструмент для управления качеством.

## **СНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ ВЕКТОРНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ПРОГРАММ НА ОСНОВЕ ЦЕПЕЙ МАРКОВА МЕТОДОМ ИСКЛЮЧЕНИЯ ПРИЗНАКОВ С НУЛЕВОЙ ДИСПЕРСИЕЙ**

А.В. Горчаков

**МИРЭА – Российский технологический университет**

Векторные представления программ широко применяются в инструментальном программном обеспечении для решения таких задач статического анализа, как: поиск семантически схожих с программой-примером фрагментов программы для формирования рекомендаций по их ускорению [1], выявление способов решения учебных задач в массивах написанных студентами программ [2], автоматическая генерация сообщений к коммитам в системах контроля версий [3], выявление вредоносного кода [4], определение реализованного в программном коде алгоритма [5, 6].

Векторные представления программ на основе цепей Маркова, построение которых производится для деревьев абстрактного синтаксиса (англ. Abstract Syntax Tree, AST), позволяют обеспечить повышение значений  $F_1$ -меры в задачах классификации программ по сравнению с векторными представлениями программ на основе word2vec, TF-IDF, гистограмм типов вершин AST, code2vec, ASTNN и других [5, 6]; позволяют обеспечить повышение значений чистоты кластеризации и индекса Рэнда в задачах кластеризации программ [2]. Однако, как показано в [5] и [6], эти векторные представления являются разреженными — многие из их компонент равны 0. Значение 0 в матрице смежности цепи Маркова, из которой формируется вектор конкатенацией её строк, соответствует отсутствию переходов между вершинами 2 типов в AST, на основе которого цепь была построена.

Для ускорения как процесса обучения классификаторов, так и процесса классификации векторных представлений программ на основе цепей Маркова для AST (MC-AST) [5, 6] в этой работе предлагается модифицированное векторное представление MC-AST-M, полученное в результате исключения из исходного векторного представления MC-AST компонент векторов с нулевой дисперсией, то есть тех компонент, значения которых равны одному и тому же значению во всех векторах из набора, используемого для обучения классификаторов. Множество номеров исключаемых компонент  $J$  в MC-AST-M определяется как:

$$J = \left\{ j \in \{1, 2, \dots, n\} \mid \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (v_{ij} - \mu_j)^2 = 0 \right\}, \text{ причём } \mu_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m v_{ij}$$

где  $j$  – номер компоненты вектора,  $i$  – номер вектора в наборе данных для обучения классификатора,  $v_{ij}$  –  $j$ -я компонента  $i$ -го вектора,  $n$  – число компонент в векторном представлении программы,  $m$  – число векторов в наборе данных для обучения классификатора.

Для оценки качества предложенных в данной работе модифицированных векторных представлений MC-AST-M, а также описанных в [5, 6] векторных представлений MC-AST и гистограмм типов вершин AST были вычислены значения  $F_1$ -меры для метрик точности и полноты результатов классификации 1000 программ из набора данных, содержащего тексты программ на языке программирования Python [6], по методологии, описанной в [6]. Были обучены классификаторы на основе алгоритма  $k$ -ближайших соседей (англ. K-Nearest Neighbors, KNN) и алгоритма случайного леса (англ. Random Forest, RF), после чего было оценено качество результатов классификации как значение  $F_1$ -меры для метрик точности и полноты.

Кроме того, было измерено время, затрачиваемое на обучение RF-классификатора, и время, затрачиваемое на выполнение предсказаний KNN-классификатором и RF-классификатором, использовались реализации алгоритмов KNN и RF из Python-библиотеки sklearn. Замеры времени обучения и выполнения предсказаний проводились на компьютере со следующими характеристиками: Intel Core i3-1115G4, 8 GB RAM, Windows 11, Python 3.12.0. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Оценки векторных представлений

Векторное представление	MC-AST-M	MC-AST	Гистограммы AST
Всего компонент	191	4356	75
Нулевых компонент в среднем	165	4330	54
Ненулевых компонент в среднем	26	26	21
F <sub>1</sub> -мера KNN-классификатора	<b>95.6</b>	<b>95.6</b>	95.5
F <sub>1</sub> -мера RF-классификатора	<b>98.0</b>	<b>98.0</b>	97.2
Время предсказаний KNN, мс.	29	497	<b>11</b>
Время предсказаний RF, мс.	<b>21</b>	24	39
Время обучения RF, мс.	<b>324</b>	994	767

Как показано в таблице 1, векторы, построенные по методу MC-AST-M, отличаются от векторов, построенных по методу MC-AST значительно сокращённым числом нулевых компонент, так как в векторах MC-AST-M отсутствуют компоненты, равные нулю во всех векторах из набора векторов.

Это приводит к ускорению выполнения предсказаний KNN и RF-классификатором, а также к существенному ускорению обучения RF-классификатора. Качество результатов классификации, оцениваемое как F<sub>1</sub>-мера для точности и полноты, при использовании MC-AST-M вместо MC-AST не ухудшается. При этом RF-классификатор обучается быстрее при использовании векторов MC-AST-M вместо векторов, содержащих частоты встречаемости вершин AST различных типов (гистограмм AST), несмотря на большее, чем в гистограммах, число компонент.

Полученные результаты подтверждают целесообразность удаления компонент с нулевой дисперсией при применении на практике векторных представлений программ на основе цепей Маркова, построение которых производится для AST.

#### *Библиографический список*

1. Gorchakov A.V. An Approach to Generating Recommendations for Improving the Performance of Software for Heterogeneous Computing Platforms / A.V. Gorchakov, L.A. Demidova // International Journal of Open Information Technologies. – 2024. – Т. 12, № 4. – С. 68-76.

2. Горчаков А.В. Исследование подхода к преобразованию программ в векторные представления на основе цепей Маркова / А.В. Горчаков // Электронный научный журнал «ИТ-Стандарт». – 2023. – № 2. – С. 40-50.

3. Косьяненко И.А. Векторизация изменений в программном коде с использованием аддитивно-субтрактивных эмбеддингов / И.А. Косьяненко // International Journal of Open Information Technologies. – 2025. – Т. 13, № 2. – С. 32-38.

4. Куртукова А.В. Интегрированный подход к идентификации вредоносных программ на основе динамического анализа и глубокого обучения / А.В. Куртукова //

Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2025. – Т. 28, № 1. – С. 108-113.

5. Wu Y., Detecting Semantic Code Clones by Building AST-based Markov Chains Model / Y. Wu, S. Feng, D. Zou, H. Jin // Proceedings of the 37th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering. – ACM, 2022. – P. 1-13.

6. Gorchakov A.V. Source Code Embeddings Based on Control Flow Graphs and Markov Chains for Program Classification / A.V. Gorchakov, L.A. Demidova, V.V. Maslennikov // Proceedings of the 2024 6th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). – IEEE, 2024. – P. 328-333.

## **СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**

Е.Д. Гришечкин

Научный руководитель – Боровиков С.М., к.т.н., доцент

**УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»**

Выполнено сравнение эксплуатационной интенсивности отказов трансформаторов вторичных источников питания по трём моделям прогнозирования: отечественной [1], приводимой в военном справочнике MIL-HDBK-217F [2] и предложенной авторами работы [3].

Для обеспечения корректности сравнения получаемых моделей их применение проиллюстрировано численным примером на одном и том же наборе входных данных. Для анализа используется трансформатор выходной строчной развёртки ТВС-110ПЦ16 (таблица 1)

Таблица 1 – Характеристики и входные параметры трансформатора ТВС-110ПЦ16

Параметр, характеристика	Значение
Входное напряжение	135±15 В
Частота	16,6±1,6 кГц
Выходное напряжение	26,5 кВ
Масса магнитопровода	62 г
Длина витка	16,3 см

Используя отечественную модель, приводимую в Российском справочнике «Надёжность электрорадиоизделий», разработанном Федеральным государственным учреждением «22-й Центральный научно-исследовательский испытательный институт Министерства обороны России» [1], установлено, что в данной модели основное влияние на проектный показатель надёжности оказывают значение базовой интенсивности отказов и коэффициент зависимости надёжности трансформатора от максимально допустимой температуры, указываемой в технической документации. Остальные коэффициенты приняты типовыми для нормальных условий эксплуатации и учёта контроля качества трансформаторов, соответствующего приёмке «1».

В методике прогнозирования надёжности трансформаторов, изложенной в военном справочнике США MIL-HDBK-217F [2], итоговая интенсивность отказов

определяется произведением базовой интенсивности отказов, коэффициента качества и коэффициента условий эксплуатации. Базовая интенсивность отказов задаётся для разных типов трансформаторов и зависит, в частности, от температуры горячей точки. Далее она корректируется множителями, которые учитывают класс и уровень качества изготовления, а также условия эксплуатации трансформатора.

Предлагаемая авторами работы [3] методика рассматривает трансформатор как совокупность отдельных частей (компонентов). Для каждой обмотки оценивается её вклад в общую интенсивность отказов, причём принимается во внимание длина провода, его диаметр, материал и температура нагрева при работе трансформатора. Отдельно учитывается надёжность точек паек и механических соединений, поскольку именно они часто оказываются наиболее слабым местом. Все получаемые оценки суммируются, и сумма корректируется с помощью типовых коэффициентов, отражающих особенности технологии и условий эксплуатации трансформатора. Преимущество такого подхода в том, что он даёт максимально наглядную «карту» распределения рисков. Сразу видно, какие обмотки или соединения формируют основной вклад в общую интенсивность отказов трансформатора. Это позволяет инженеру целенаправленно искать пути снижения рисков, например уменьшать количество соединений, улучшать качество паек или выбирать провод с более высокими характеристиками.

В таблице 2 приведены полученные по разным моделям значения эксплуатационной интенсивности отказов рассматриваемого трансформатора (см. таблицу 1).

Таблица 2 – Значения интенсивности отказов трансформатора

Способ оценки надёжности		Интенсивность отказов, 1/ч
Модель прогнозирования	Отечественная (Россия)	$1,218 \cdot 10^{-7}$
	MIL-HDBK-217F (США)	$1,4 \cdot 10^{-7}$
	Предлагаемая автором	$5,282 \cdot 10^{-6}$
Экспериментальное значение [4]		$1 \cdot 10^{-6}$

Различие значений интенсивностей отказов объясняется особенностями моделей прогнозирования. Отечественная методика (Россия) даёт одно из наименьших значений, что соответствует более оптимистичной оценке надёжности, тогда как расчёт по военному справочнику США более чувствителен к условиям эксплуатации и качеству изготовления трансформаторов. Предлагаемая авторами работы [3] модель даёт более высокую интенсивность отказов, поскольку учитывает реальную структуру трансформатора. Это значение в наибольшей степени согласуется с экспериментальным значением интенсивности отказов трансформаторов рассматриваемого типа [4].

#### *Библиографический список*

1. Надёжность электрорадиоизделий: справочник / С. Ф. Прытков [и др.]; науч. рук. С. Ф. Прытков. – М.: ФГУП «22 ЦНИИ МО РФ», 2008. – 641 с.
2. Reliability prediction of electronic equipment: Military Handbook MIL-HDBK-217F. – Washington: Department of defence, 1995. – 205 p.
3. Боровиков, С. М. Новый подход к оценке эксплуатационной надёжности трансформаторов вторичных источников питания медицинской аппаратуры = A new approach to assessing the operational reliability of transformers of secondary power

sources of medical equipment / С. М. Боровиков, Е. Д. Гришечкин // Медэлектроника–2024. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии: сб. науч. ст. XIV Международной науч.-техн. конф., Минск, 5–6 дек. 2024 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники [и др.]. – Минск, 2024. – С. 280–283.

4. Трансформаторы, справочник. Динамо-машины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dinamotimal.ru/din/401/97/index.shtml> (дата обращения 04.10.2025).

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИФРАКЦИИ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ, ПРОДУЦИРУЕМОЙ СИСТЕМОЙ ТОЧЕЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

С.Г. Даева

**МИРЭА – Российский технологический университет**

В докладе рассматривается задача отражения дифракции монохроматической акустической волны от системы объектов. Объекты могут быть представлены любыми объемными телами, плоскими экранами или системой из объемных тел и плоских экранов. Предполагается, что акустическая волна продуцируется точечным источником или системой из нескольких точечных источников.

Задача дифракции акустической монохроматической волны состоит в нахождении полного поля акустического давления в некоей области [1]. Такое поле состоит из двух компонентов – падающая волна (первичное поле) и отраженная волна (вторичное поле).

Первичное поле вызывается источником акустической волны (или системой точечных источников). В случае системы точечных источников можно показать, что первичное поле будет представлять собой сумму первичных полей от каждого источника в отдельности.

Нахождение вторичного поля сводится к решению внешней краевой задачи Неймана для уравнения Гельмгольца. В такой задаче решение ищется в виде потенциала двойного слоя, причем при учете граничного условия, возникает интегральное уравнение с гиперсингулярным ядром.

В работе [2] был предложен подход для решения таких интегральных уравнений. Этот подход позволяет проводить численные расчеты методом коллокации с разбиением ядра на две части, одна из которых считается аналитически. Такой метод позволяет проводить расчеты с учетом граничных условий на бесконечности без построения большой сетки и также позволяет производить расчеты на тонких экранах.

В качестве примера приведен расчет отражения акустической волны от системы тел (зданий), первичное поле создается системой точечных источников, расположенных вдоль прямой (дороги).

### *Библиографический список*

3. Лифанов И.К., Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент. – М.: ТОО «Янус», 1995. – 520с.

4. Даева С.Г., Сетуха А.В., О численном решении краевой задач Неймана для уравнения Гельмгольца методом гиперсингулярных интегральных уравнений // Вычислительные методы и программирование. 2015 Т.16. С. 421-435.

## **ВЛИЯНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕПОДАВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

А.А. Демидова

**МИРЭА – Российский технологический университет**

Математическое моделирование играет немаловажную роль в сфере информационных технологий, развитие которых, в свою очередь, предоставляет новые возможности для моделирования [1]. Следует отметить, что процесс построения математической модели в простейшем случае можно описать последовательностью шагов, включающей в себя определение присутствующих в модели упрощений, подбор функций для моделирования процессов, сбор эмпирических данных для проверки качества построенной модели, дальнейшую корректировку модели и оценку её качества на новых данных. При этом во многих случаях при построении математических моделей или при разработке новых технологических решений упор делается на методы математического анализа [2].

Моделирование позволяет представлять реальные процессы в упрощённом виде, но найденные с помощью теоретических моделей решения необходимо транслировать обратно в реальный мир. Таким образом, важную роль играет и обучение студентов математическому моделированию [3], а также влияние математического моделирования и внедрения новых информационных технологий в образовательные процессы. В частности, в работах [4, 5] рассмотрены математические модели для оценки мотивации студентов, а в [6] приведены рассуждения о моделях эффективности образовательного процесса.

Следует отметить, что обучение математическому моделированию может и даже должно начинаться не на уровне высшего образования, а ещё в школьные годы. Так, в [7] рассмотрено применение графических калькуляторов (в частности – TI-Nspire) и кроссплатформенной программы GeoGebra для развития динамического мышления и способностей к моделированию у школьников разных классов. Переход к изучению математического моделирования в рамках высшего образования открывает новые возможности за счёт расширения предлагаемых обучающимся инструментов. В [8] идёт речь об использовании различных информационных технологий и программных сред для осуществления интерактивного обучения математическому моделированию. В частности, рассмотрена среда Simulink на основе Matlab для моделирования сложных систем, а также –использование языка программирования Python для реализации алгоритмов. Из алгоритмов классификации в [8] рассмотрены метод опорных векторов (Support Vector Machine, SVM) и логистическая регрессия (logistic regression), первый из которых опирается на математический анализ за счёт использования ядер – функций, позволяющих реализовать разделение объектов на классы в том случае, если линейно разделяющую гиперплоскость в исходном пространстве признаков построить невозможно.

Таким образом, использование математических методов и математического моделирования позволяет разрабатывать новые информационные технологии. В результате появляются технологические решения и программные среды, которые, в свою очередь, могут быть использованы в качестве инструментов обучения математическому моделированию.

*Библиографический список*

1. Cevikbas M., Greefrath G., Siller H. S. Advantages and challenges of using digital technologies in mathematical modelling education – A descriptive systematic literature review //Frontiers in Education. – Frontiers Media SA, 2023. – Vol. 8. – pp. 1142556. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1142556>.
2. Juniarti A. Analytical methods in information technology: A literature review on the role of calculus in it innovations and solutions //Journal of Sciencetech Research and Development. – 2024. – Vol. 6. – No. 1. – pp. 1640-1653. <https://doi.org/10.56670/jsrd.v6i1.448>.
3. López-Díaz M. T., Peña M. Improving calculus curriculum in engineering degrees: Implementation of technological applications //Mathematics. – 2022. – Vol. 10. – No. 3. – pp. 341. <https://doi.org/10.3390/math10030341>.
4. Huang W. H., Huang W. Y., Tschopp J. Sustaining iterative game playing processes in DGBL: The relationship between motivational processing and outcome processing //Computers & Education. – 2010. – Vol. 55. – No. 2. – pp. 789-797. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.03.011>.
5. Novak E. Mathematical modeling for theory-oriented research in educational technology //Educational technology research and development. – 2022. – Vol. 70. – No. 1. – pp. 149-167. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10069-6>.
6. Scheerens J., Blömeke S. Integrating teacher education effectiveness research into educational effectiveness models //Educational research review. – 2016. – Vol. 18. – pp. 70-87. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.03.002>.
7. Arzarello F., Ferrara F., Robutti O. Mathematical modelling with technology: The role of dynamic representations //Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA. – 2012. – Vol. 31. – No. 1. – pp. 20-30. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrr027>.
8. Cirneanu A. L., Moldoveanu C. E. Use of digital technology in integrated mathematics education //Applied System Innovation. – 2024. – Vol. 7. – No. 4. – pp. 66. <https://doi.org/10.3390/asi7040066>.

## **МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ СОПОСТАВЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИИ**

А.А. Денисов

Научный руководитель – Новиков А.И., д.т.н., профессор

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

Методы, основанные на использовании ключевых точек, широко применяются в компьютерном зрении для решения задач распознавания, сопоставления и отслеживания объектов [1]. Во многих подходах в качестве ключевых точек выбираются локальные экстремумы (максимумы или минимумы) некоторой функции, связанной с распределением яркости изображения — например, градиентного отклика или разности гауссиан, — в пределах ограниченной области. Анализ результатов работы существующих алгоритмов обнаружения ключевых точек [2] и разработка новых методов дескрипции [3] показали, что выбранные точки не всегда являются истинными локальными экстремумами функции яркости в своей окрестности.



В настоящем исследовании предложен и экспериментально апробирован метод уточнения координат пар сопоставленных ключевых точек. Основой метода является использование нормализованного коэффициента кросс-корреляции (ZNCC) для поиска наиболее согласованной пары точек в локальной области, определённой вокруг исходных координат, найденных детектором. ZNCC (Zero-mean Normalized Cross-Correlation) представляет собой статистическую меру сходства между двумя изображениями или их фрагментами (патчами), основанную на корреляции нормализованных значений яркости относительно среднего и стандартного отклонения [4].

Применение ZNCC при уточнении координат ключевых точек оправдано по нескольким причинам:

1. Устойчивость к освещению. ZNCC компенсирует различия в яркости и контрасте между изображениями, что особенно важно при обработке естественных и аэрофотоснимков, где условия съёмки могут значительно различаться.

2. Инвариантность к линейным яркостным трансформациям. Метод корректно работает, если структура патча сохраняется, а интенсивности смещены или масштабированы (например, при разной экспозиции).

3. Простота реализации. В отличие от методов, основанных на дескрипторах или сложных моделях трансформации, ZNCC легко реализуется с использованием скользящего окна и не требует обучения.

4. Высокая точность при малых смещениях. Коэффициент корреляции информативен в условиях небольших деформаций, что соответствует задаче локального уточнения.

5. Симметричность. ZNCC одинаково применим к обоим изображениям, и результат не зависит от того, какой патч считается эталонным, что делает его особенно подходящим для симметричного уточнения обеих точек пары.

Для уточнения координат каждой пары сопоставленных точек коэффициент нормализованной кросс-корреляции вычисляется во всех возможных комбинациях пар пикселей внутри заданных областей уточнения, сформированных вокруг исходных ключевых точек. При размере окна  $3 \times 3$  для одной пары выполняется 91 вычисление коэффициента корреляции. Такой полный перебор обеспечивает максимально точное определение взаимно согласованного смещения. После вычисления всех значений корреляции в качестве уточнённых координат выбирается та пара точек, для которой ZNCC достигает максимума, что соответствует наибольшему структурному сходству сравниваемых областей.

Эксперименты показали, что в среднем уточнение координат выполняется для 97% пар ключевых точек, что подтверждает высокую чувствительность метода к положению локальных максимумов корреляции и его способность находить оптимальное совпадение текстур. Кроме того, применение предложенного подхода позволило снизить эпиполярную ошибку в среднем на 8,55%. Эта метрика отражает степень согласованности сопоставленных точек с эпиполярной геометрией и напрямую характеризует качество соответствий. Снижение ошибки указывает на повышение точности и устойчивости найденных пар, что обеспечивает более надёжную основу для последующих задач компьютерного зрения — таких как восстановление трёхмерной структуры, построение карт глубины или визуальная одометрия.

Таким образом, уменьшение эпиполярной ошибки служит объективным подтверждением эффективности предложенного метода. Полученные результаты

демонстрируют, что симметричное уточнение координат обеих точек пары является действенным способом повышения точности сопоставления при неизменном наборе исходных ключевых точек. Следует, однако, отметить, что применение алгоритма увеличивает время вычислений, что может стать ограничением при обработке изображений в режиме реального времени.

#### *Библиографический список*

1. Ивашечкин А.П. Методы нахождения особых точек изображения и их дескрипторов / Ивашечкин А.П., Василенко А.Ю., Гончаров Б.Д. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 15 (119). — С. 138–140.
2. Денисов А.А. Анализ методов детектирования, описания и сопоставления ключевых точек изображений / Денисов А.А., Новиков А.И. // Вестник РГРТУ. — 2024. — № 89(3). — С. 104–116.
3. Денисов А.А. Методы построения дескрипторов ключевых точек изображений / А.А. Денисов, А.И. Новиков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2025. — Т. 14. — No 2(70). — С. 52-60. — EDN: VSDGHG.
4. Lewis J. P. Fast Normalized Cross-Correlation. // Proceedings of Vision Interface. — 1995. — P. 120–123.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКОГО ДВИЖЕНИЯ ГРУЗА, СБРОШЕННОГО С БПЛА**

И.Ю. Клочкова, к.т.н.

### **Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова**

В работе смоделирована система дифференциальных уравнений плоского движения груза, сброшенного с БПЛА. Беспилотные летательные аппараты являются актуальным направлением развития современной авиационной науки и техники. Первые работы по созданию в СССР беспилотных летательных аппаратов начались в начале 30-х годов прошлого века. На данный момент на вооружении российской армии находится ряд БПЛА: «Герань-3» с реактивным двигателем, «Аква-4» для полетов внутри зданий, «Черный дрозд» с противотанковыми ракетами, «Голиаф» против живой силы, «Гром», развивающий скорость 1000 км/ч, боевой дрон с напалмом на 2600 градусов по Цельсию, «Сибирь», поднимающий две тяжелые мины, «Прыгун-1», который может летать в составе роя БПЛА, «Воган-9СП» для перехвата вражеских БПЛА, бомбардировщик С-70 «Охотник» с «супердвигателем» и ракетами 5-го поколения и другие.

С беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) могут сбрасывать различные объекты или материалы в зависимости от их назначения и задач:

- Грузы и снаряжение: гуманитарных миссиях — медикаменты, продукты питания, воду; в военных целях — боеприпасы, оружие, снаряжение для войск; разведывательные устройства: датчики, камеры, радиомаяки для сбора информации.
- Боевые элементы: бомбы, ракеты или другие боеприпасы (в военных БЛА).
- Средства связи: радиостанции, ретрансляторы для обеспечения связи в труднодоступных районах [1].

Математическая модель, описывающая изменение скорости движения груза, учитывая ветер  $\omega(z)$ , имеет вид [2]

$$\begin{cases} \dot{V}_x = -a(V_x - \omega(z))\sqrt{(V_x - \omega(z))^2 + V_z^2}, \\ \dot{V}_z = -aV_z\sqrt{(V_x - \omega(z))^2 + V_z^2} - g. \end{cases} \quad (1)$$

В рамках подготовки данной работы был произведен сброс груза с БЛА на высоте 300 м над уровнем моря. Скорость движения беспилотного летательного аппарата в момент выброса составляла 50 м/с, скорость ветра в точке выброса была равна 0,55 м/с, а у земли — 4,7 м/с. Было установлено специальное устройство для записи координат движения груза, данные обработаны. И на основе полученных данных сформирована таблица 1.

Таблица 1 – Исходные данные и расчетные значения коэффициента сопротивления

<i>№ этапа</i>	1	2	3	4
Высота сброса, <i>h</i> , м	300	270	251	232
Масса груза, <i>kg</i>	100	100	100	100
Длина груза, м	2	2	2	2
Плотность воздуха, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	1,16	1,16	1,16	1,16
Коэффициент лобового сопротивления груза, <i>K<sub>г</sub></i>	0,15	0,15	0,15	0,15
Коэффициент лобового сопротивления парашюта, <i>K<sub>п</sub></i>	0,7	0,7	0,7	0,7
Мидель груза, <i>M<sub>г</sub></i> , м <sup>2</sup>	3,5	3,5	3,5	3,5
Мидель парашюта, <i>K<sub>п</sub></i> , м <sup>2</sup>	1,5	0	20	38,5
Коэффициент сопротивления, <i>c</i>	0,985	0,376	8,474	16,59
Коэффициент сопротивления, деленный на массу, <i>a</i>	0,009	0,004	0,084	0,166

По итогам исследования была оценена точность построенной математической модели для каждого этапа сброса. Произведено сравнение теоретических данных и экспериментальных, а именно, скорости и координат реального и теоретического движения груза.

Данные движения груза по всем этапам просчитаны в программе Maple и сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Теоретические характеристики снижения груза на 4 этапах

Характеристики движения	Расстояние по координате <i>y</i> , м	Расстояние по координате <i>z</i> , м	Скорость по координате <i>y</i> <i>V<sub>y</sub></i> , м/с	Скорость по координате <i>z</i> <i>V<sub>z</sub></i> , м/с
1 этап				
Начало этапа	2,2	300	50	0
Конец этапа	64,3	270	16,9	-17,1
2 этап				
Начало этапа	64,3	270	18,2	-19,5
Конец этапа	91,1	251	15,1	-25,6
3 этап				
Начало этапа	91,1	251	15,1	-27,3
Конец этапа	100,5	232	3,0	-11,8
4 этап				

Начало этапа	100,5	232	3,0	-11,8
Конец этапа	121,5	111,4	2,5	-5,6

Получено, что индекс корреляции на четвертом этапе составил  $I_{ky}=0,96$ ,  $I_{kz}=0,98$ . На всех других этапах индекс корреляции также превысил значение 0,9, что показывает сильную взаимосвязь между данными эксперимента и полученными в результате теоретического исследования

Таким образом, при дальнейших расчетах можно повысить точность приземления сбрасываемого груза, а также построить исследуемую математическую модель в трехмерном пространстве.

#### *Библиографический список*

1. Моисеев В.С. Беспилотные летательные аппараты: Отечественная история создания и современная классификация. Препинт. – Казань: Школа, 2022. – 40 с.
2. Усачев Ю.В. Клочкова И. Ю. Математическое моделирование плоского движения парашютиста / Ю. В. Усачев, И. Ю. Клочкова // Научный резерв. – 2024. – № 1 (25). – С. 41–47.

## **ВАЛИДАЦИЯ И ВЕРИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

К.С. Куделич

Научный руководитель – Алексеев В.Ф., к.т.н.

### **Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники**

Математические модели являются ключевым инструментом проектирования и анализа в информационных технологиях, где их достоверность критически важна. Обеспечение этой достоверности достигается через строгие процессы верификации и валидации, подтверждающие корректность модели и её соответствие реальным процессам.

Верификация – процесс определения того, что вычислительная модель точно представляет лежащую в ее основе математическую модель и ее решение. Верификация осуществляется путем сравнения результатов вычислительной модели с результатами достоверной математической модели (например, с аналитическим решением) [1].

Верификацию проводят на этапе разработки вычислительной модели, предшествуя ее валидации. В процессе верификации рассматривают вопросы, связанные с численным анализом, качеством ПО, ошибками программирования в компьютерном коде и оценкой численных ошибок.

Верификация включает в себя ряд методов, направленных на обнаружение ошибок в коде и проверку корректности реализации математической модели [1]:

- анализ кода, включающий проверку на наличие синтаксических, логических ошибок и соответствия стандартам кодирования;
- тестирование модулей, предполагающее проверку корректности выполнения функций отдельными модулями кода;
- интеграционное тестирование, необходимое для проверки взаимодействия различных модулей кода;

- сравнение с аналитическими решениями, путем сопоставления результатов численного моделирования с известными решениями для упрощенных случаев.

- сравнение с результатами моделирования более высокого порядка точности, с использованием сеточной сходимости и экстраполяции Ричардсона для оценки точности численного решения.

- использование инструментов статического анализа кода, для автоматического выявления потенциальных ошибок и уязвимости.

Валидация – проверка правильности работы (предсказательной способности) аналитической модели, построенной на основе машинного обучения, а также удостоверение, что она соответствует требованиям решаемой задачи [2].

Валидация требует сравнения результатов моделирования с экспериментальными данными или данными, полученными из других, более надежных источников:

- сравнение с экспериментальными данными, путем сопоставления результатов моделирования с данными, полученными в лабораторных или реальных условиях эксплуатации;

- оценка чувствительности, заключающаяся в анализе влияния изменений параметров модели на результаты, для определения наиболее важных параметров;

- анализ неопределенности, включающий квантификацию неопределенностей, связанных с параметрами модели, граничными условиями и численными методами, а также оценку их влияния на результаты моделирования;

- использование методов машинного обучения, для разработки суррогатных моделей, обученных на экспериментальных данных, и ускорения процесса валидации и оценки неопределенности.

Современные подходы к валидации и верификации направлены на обеспечение высочайшего уровня качества продуктов и услуг посредством системного анализа и интеграции различных методов и технологий. Эти подходы включают применение автоматизированных инструментов, что позволяет повысить скорость и точность процессов, а также минимизировать влияние человеческого фактора.

Важным аспектом является использование моделей и симуляций для предсказания поведения системы в различных условиях, что значительно облегчает процесс верификации. Кросс-функциональные команды, включающие специалистов из разных областей, способствуют более глубокому пониманию требований и стандартов, что, в свою очередь, приводит к более надежным и последовательным решениям.

Кроме того, современные методы валидации и верификации все чаще интегрируются с такими подходами, как *Agile* и *DevOps*, что позволяет обеспечить быстрое реагирование на изменения и непрерывное улучшение продуктов, более гибкое управление рисками и адаптацию к новым требованиям и стандартам. Это все ведет к созданию более надежных и эффективных систем, способных справляться с вызовами современной среды.

#### *Библиографический список*

1. Сальников, А.В. Верификация и валидация компьютерных моделей / А.В. Сальников, М.С. Французов, К.А. Виноградов, К.Р. Пятунин, А.С. Никулин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2022. – №9(750). – с. 100-115.

2. Чэнь, Ц. (Цинь), Ку. Валидация на системном уровне. Высокоуровневое моделирование и управление тестированием / Ц. Чэнь, Ку. – М.: и Техносфера, 2014. – 214 с.

## АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЦИФР НА ОСНОВЕ КРУГОВОГО СПЕКТРА

А.О. Кудряшов, М.А. Андрушин

Научный руководитель – Новиков А.И., д.т.н., доцент

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

В докладе представлен детерминированный алгоритм распознавания бинаризованных изображений цифр, основанный на методе радиальных расстояний. В отличие от нейросетевых подходов, детерминированные алгоритмы обеспечивают воспроизводимость результатов и полную прозрачность процесса распознавания, что критически важно для систем верификации и встроенных приложений с ограниченными ресурсами.

Алгоритм состоит из четырех основных этапов. На этапе предварительной обработки входное изображение бинаризуется, и определяются границы символа путем нахождения минимальных и максимальных координат черных пикселей. Это позволяет исключить пустые области и нормализовать размер анализируемой области. Вокруг обнаруженной и бинаризованной цифры формируется прямоугольная рамка.

На этапе построения радиальных проекций ограничивающая область разделяется на  $H$  горизонтальных и  $V$  вертикальных сегментов. Для каждого сегмента находятся расстояния от границы рамки до первого черного пикселя: для горизонтальных — слева направо и справа налево до первого черного пикселя, для вертикальных — сверху вниз и снизу вверх. В результате формируется вектор  $v$  упорядоченных длин отрезков. Полученный вектор нормализуется по L2-норме:  $v_{norm} = v / \|v\|_2$ . Итоговый вектор  $v_{norm}$  образует линейчатый спектр цифры, являющийся ее своеобразным портретом.

Это обеспечивает инвариантность к масштабированию и позволяет использовать скалярное произведение векторов как меру сходства. Для распознавания обнаруженной цифры вычисляется скалярное произведение ее спектра с эталонным спектром каждой из 10 цифр. Максимальное ведение с одной из эталонных цифр является свидетельством идентификации исследуемой цифры.

Ключевая особенность алгоритма — компактность представления: изображение сжимается до вектора из  $2(V + H)$  компонентов с сохранением геометрических характеристик формы. Метод круговых спектров естественным образом фильтрует шумовые компоненты, что обеспечивает устойчивость к мелким артефактам бинаризации.

Адаптивность достигается за счет настраиваемых параметров  $V$  и  $H$ , позволяющих балансировать между детальностью анализа и размерностью признакового пространства. Вычислительная эффективность обеспечивается использованием только простых арифметических операций без сложных математических преобразований, что важно для встраиваемых систем.

Алгоритм реализован в виде веб-приложения на JavaScript для обеспечения кроссплатформенной доступности. Веб-версия включает пиксельный редактор для рисования цифр, интерактивную визуализацию всех радиальных расстояний с цветовой дифференциацией направлений, графики векторов признаков, систему управления эталонами с импортом/экспортом в JSON, и ползунки для изменения количества сегментов. Реализация обеспечивает полностью клиентскую обработку без серверных вычислений.

Алгоритм применим в системах автоматизации учета для распознавания номеров счетов и показаний приборов, во встроенных системах промышленной автоматики для обработки данных с индикаторов, в двухэтапных системах верификации данных, и в образовательных проектах для демонстрации принципов распознавания образов. Перспективы развития включают расширение на буквы алфавитов с добавлением топологических признаков (количество замкнутых областей, точек пересечения), многомасштабный анализ с иерархической системой признаков, и интеграцию с нейросетевыми методами в каскадной архитектуре, где геометрические признаки используются для быстрой предварительной фильтрации.

Предложенный алгоритм демонстрирует эффективный баланс между простотой реализации и качеством распознавания для специализированных применений с контролируемыми условиями. Разработанная вебплатформа обеспечивает удобную среду для экспериментов и настройки параметров, делая алгоритм ценным инструментом как для практических задач, так и для образовательных целей.

#### *Библиографический список*

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2005. — 1072 с.
2. Соловьев А.Н., Круглов В.Н. Методы распознавания образов. — М.: Радио и связь, 1989. — 368 с.
3. Бабенко А.А., Иванов Д.С. Алгоритмы сегментации и бинаризации изображений для задач компьютерного зрения // Информационные технологии. — 2018. — №10. — С. 62–69.

### **СРАВНЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ И МЕТОДА ИСКЛЮЧЕНИЙ ПРИ АНАЛИЗЕ СУММАРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА РОЖДАЕМОСТИ**

Д.В. Кузнецов

Научный руководитель – Лискина Е.Ю., канд. физ.-мат. наук, доцент  
**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

Целью работы является сравнение эффективности метода главных компонент и метода исключения переменной из модели множественной регрессии при устранении мультиколлинеарности факторов на значениях суммарного коэффициента рождаемости (СКР) по регионам России за период 2000–2023 гг. В качестве исходных данных использовались официальные сведения Росстата о рождаемости по субъектам Российской Федерации.

1. Собраны и подготовлены данные, проведена стандартизация и проверка на пропуски и выбросы.

2. Проведен анализ корреляций между факторами (экономическими, социальными и демографическими) и выявлена мультиколлинеарность, которая может исказить результаты моделей.

3. Применён метод главных компонент (PCA) для снижения размерности и устранения корреляций между переменными: построены главные компоненты, объединяющие исходные факторы и сохраняющие основную дисперсию данных.

4. Применён метод исключений для удаления переменных и регионов, создающих сильную мультиколлинеарность или аномалии, и проверки влияния этих удалений на устойчивость модели.

5. Проведено сравнение эффективности двух методов по критериям устранения мультиколлинеарности.

6. Визуализированы результаты что позволило наглядно показать, как каждый метод справляется с мультиколлинеарностью.

Вычисления, статистические проверки и визуализация выполняются с использованием языка программирования Python и библиотек pandas, numpy, scikit-learn, matplotlib и seaborn.

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ В МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЕ**

И.П. Кузьмичев, В.А. Петров

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

Важнейшей задачей при проектировании микросервисных приложений является оценка производительности под нагрузкой. Математическое и имитационное моделирование направлено на решение данной проблемы и позволяют прогнозировать поведение системы под нагрузкой на этапе проектирования. В данной работе предложена математическая модель, которая сочетает в себе графовую структуру сервисов, марковско-модулированную нагрузку, многоагентное обслуживание, динамику автоскейлинга (с задержкой) и механизм обратного давления (backpressure).

### **Постановка задачи**

Для поддержания требуемого качества обслуживания применяются механизмы автоматического масштабирования (автоскейлинга), которые динамически изменяют количество запущенных экземпляров микросервисов в зависимости от текущей нагрузки. Однако взаимодействие микросервисов, задержки масштабирования и нелинейная зависимость производительности от числа инстансов делают процесс распределения нагрузки сложным для аналитического описания.

В связи с этим возникает задача разработки математической модели динамики нагрузки микросервисной системы, позволяющей:

- описать изменение длины очередей и интенсивности обработки запросов во времени;
- учесть взаимосвязи между микросервисами (граф вызовов и маршрутизацию запросов);
- смоделировать работу автоскейлера как механизма обратной связи;
- определить условия устойчивой работы системы при переменной входной нагрузке.

### **Математическая модель**

Приложение состоит из нескольких микросервисов, каждый из которых получает запросы, обрабатывает их и передаёт дальше. Нагрузка на сервисы зависит от:

- интенсивности входящих запросов к микросервису -  $\lambda_i(t)$ ;
- скорости обработки одного микросервиса -  $\mu_i(t)$ ;
- длины очереди запросов -  $q_i(t)$ ;
- количества выделенных инстансов микросервиса -  $s_i(t)$ ;
- доля запросов, переходящих от  $i$  к  $j$  (матрица маршрутизации) -  $p_{ij}$ .



Каждый микросервис можно рассматривать как систему массового обслуживания. Тогда изменение длины очереди во времени описывается как:

$$\frac{dq_i(t)}{dt} = \lambda_i(t) + \sum_k p_{ki} \mu_k(t) \min(q_k(t), s_k(t)) - \mu_i(t) \min(q_i(t), s_i(t)) \quad (1)$$

где первый член – внешние запросы, второй – запросы, пришедшие от других сервисов и третий – обработанные и завершённые запросы.

Пусть производительность увеличивается не идеально линейно из-за накладных расходов. Тогда скорость обработки от числа инстансов будет выглядеть как:

$$\mu_i(t) = \mu_i^0 s_i(t)^\alpha, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (2)$$

- $\mu_i^0$  – базовая производительность одного инстанса;
- $\alpha$  – коэффициент масштабируемости (например, 0.9 – эффективность 90%)

Модель автоскейлинга описывает механизм динамического изменения числа инстансов микросервиса в зависимости от текущей нагрузки. Автоскейлер реагирует на загрузку:

$$u_i(t) = \frac{\lambda_i(t)}{\mu_i(t) s_i(t)} \quad (3)$$

И регулирует количество инстансов по закону:

$$\frac{ds_i(t)}{dt} = k_i (u_i(t) - u_i^*) \quad (4)$$

- $k_i$  – чувствительность автоскейлера;
- $u_i^*$  – целевая загрузка (например, 0.7).

Если сервис перегружен ( $u_i > u_i^*$ ), то  $s_i$  растёт – система масштабируется.

Чтобы система оставалась работоспособной и очереди не росли без ограничений, должно выполняться условие:

$$\lambda_i^{\text{eff}} < \mu_i(t) s_i(t) \quad \forall_i \quad (5)$$

- $\lambda_i^{\text{eff}}$  – суммарная нагрузка, включая переходы от других сервисов.

### Абстракция модели

Рассматривается пример для трех микросервисов: клиентская часть, авторизация, база данных. Исходные данные:

- $\lambda_1 = 100$  запросов/с,
- $\mu_1^0 = 80$ ,  $\mu_2^0 = 50$ ,  $\mu_3^0 = 40$ ,
- $\alpha = 0.9$ ,  $u^* = 0.7$ ,  $k_i = 0.5$

Пусть в начальный момент времени  $s_1 = s_2 = s_3 = 1$ . Тогда производительность каждого сервиса:  $\mu_1 = 80$ ,  $\mu_2 = 50$ ,  $\mu_3 = 40$ .

Загрузка микросервиса вычисляется по формуле (3):

$$u_1 = \frac{100}{80 \cdot 1} = 1.25, \quad u_2 = \frac{100}{50 \cdot 1} = 2, \quad u_3 = \frac{100}{40 \cdot 1} = 2.5$$

Все значения  $u_i > 0.7$ , значит система перегружена и очереди будут расти. Количество инстансов будут масштабироваться по формуле (4):

$$\frac{ds_3}{dt} = 0.5(2.5 - 0.7) = 0.9$$

Тогда  $s_i$ , при котором  $u_i = u^* = 0.7$  вычисляем по формуле (3):

$$u_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i^0 s_i^{0.9} s_i} = \frac{\lambda_i}{\mu_i^0 s_i^{1.9}}, \quad s_i = \left( \frac{\lambda_i}{\mu_i^0 u_i^*} \right)^{\frac{1}{1.9}}$$

Чтобы система пришла в устойчивое состояние необходимо выполнение следующих условий:

$$s_1 = \left( \frac{100}{80 \cdot 0.7} \right)^{\frac{1}{1.9}} = 1.19, \quad s_2 = \left( \frac{100}{50 \cdot 0.7} \right)^{\frac{1}{1.9}} = 1.42, \quad s_3 = \left( \frac{100}{40 \cdot 0.7} \right)^{\frac{1}{1.9}} = 1.57$$

При нагрузке клиентская часть быстро масштабируется  $s_1$ , но, если база не увеличивает  $s_3$  достаточно быстро – возникает «бутылочное горлышко», растет  $q_3(t)$  и средняя задержка возрастает.

Таким образом, предложенная модель демонстрирует, как можно количественно оценить устойчивость микросервисной архитектуры, определить наиболее нагруженные компоненты и подобрать параметры автоскейлинга, обеспечивающие стабильное функционирование приложения при переменной нагрузке.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА В 2022 ГОДУ**

Л.А. Максимова

Научный руководитель – Лискина Е.Ю., канд. физ.-мат. наук, доцент  
**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

Рассматривается проблема моделирования промышленного потенциала регионов Центрального федерального округа (ЦФО), актуальность которой обусловлена существующей с 2022 года экономической ситуацией.

В результате анализа существующих научных подходов к оценке промышленного потенциала [1–3] модифицирована логическая модель факторов, описывающая промышленный потенциал. Данные были собраны по материалам Федеральной службы государственной статистики [4] за 2022 г. Выполнена первичная обработка данных. Построена корреляционная матрица зависимой переменной и набора факторов. Выполнен анализ мультиколлинеарности модели через показатель VIF. Вычисления проводились с использованием библиотек pandas, numpy, matplotlib.pyplot языка программирования Python на уровне значимости 0,05.

Для описания взаимосвязи рассматривались две альтернативные спецификации: линейная и нелинейная модели. Методом покомпонентного исключения и включения найдены наилучшие уравнения модели. Значимость параметров оценивалась с помощью  $t$  – критерия Стьюдента.

Линейная модель:

$$Y = 1,34X_1 - 23,44X_{14} + 0,35X_{17}.$$

Нелинейная модель:

$$Y = 206,85 + 0,0021X_1^2 - 8015,44X_9 + 40,87X_{14} - 8,11X_{14}^2 + 3085X_{15}^2 + 0,75X_{17}.$$

Здесь использованы факторы:  $Y$  – объем отгруженных товаров собственного производства на душу населения,  $X_1$  – стоимость основных фондов обрабатывающих производств на душу населения (тыс. руб./ тыс. чел.),  $X_9$  – доля студентов программ высшего образования в общей численности населения, %;  $X_{14}$  – численность персонала, занятого исследованиями и разработками на душу населения;  $X_{15}$  – число патентных заявок на изобретения на душу населения;  $X_{17}$  – плотность автомобильных дорог с твердым покрытием (км на 1000 км<sup>2</sup>); оценены статистические характеристики уравнений.

### *Библиографический список*

1. Ларионов А. О. Оценка промышленного потенциала региона // Проблемы развития территорий. — 2015. — Вып. 2 (78). — С. 45–61.

2. Лискина Е. Ю., Андреев А. С. Математическое моделирование промышленного потенциала регионов Российской Федерации // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. — 2019. — № 2 (63). — С. 176–182.

3. Лискина Е. Ю., Румянцев Р. С. Исследование временных эффектов производственного потенциала субъектов Центрального федерального округа с помощью стандартной модели панельных данных // Современные технологии в науке и образовании — СТНО-2022 : сб. тр. V междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.5. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. — Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2022. — С. 24–29.

4. Регионы России. Социально-экономические показатели: статистический сборник. 2022–2024 гг. // Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. — URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>.

## **АДАПТАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ КВАНТОВО-ИНСПИРИРОВАННОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ЧИСЛЕННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСТОРИИ УСПЕХА**

В.В. Масленников

**МИРЭА – Российский технологический университет**

В условиях роста сложности прикладных задач оптимизации, особенно в режиме «чёрного ящика», традиционные эволюционные алгоритмы всё чаще сталкиваются с проблемами преждевременной сходимости, низкой скорости поиска и зависимости от начальной настройки значений параметров. Особенно остро данная проблема проявляется при решении многомерных, мультимодальных и несепарабельных задач, где баланс между исследованием пространства решений и эксплуатацией перспективных областей должен динамически адаптироваться в процессе поиска.

Несмотря на растущую популярность механизмов самонастройки на основе истории успеха (Success-History based Parameter Adaptation) [1, 2] в классических эволюционных и роевых алгоритмах, их интеграция в квантово-инспирированные алгоритмы до сих пор остаётся малоизученной областью. Большинство существующих квантово-инспирированных эволюционных алгоритмов [3] по-прежнему полагаются на фиксированные или эвристически задаваемые значения параметров, что ограничивает их адаптивность и робастность при решении задач с разнородными ландшафтами. Между тем, потенциал синергии квантово-инспирированного представления решений [4] с динамической адаптацией, основанной на анализе прошлого опыта, является перспективным. Этот гибридный подход позволяет не просто использовать квантовые аналогии как статическую структуру, но и наделять её «интеллектуальной» обратной связью, которая направляет квантовый поиск, усиливая те стратегии, которые доказали свою эффективность в определённом контексте. Применение такого подхода предоставляет возможность создавать самоорганизующиеся квантово-инспирированные системы, способные автономно балансировать между исследованием и эксплуатацией без вмешательства пользователя.

Предлагается новый квантово-инспирированный генетический алгоритм для решения задач численной однокритериальной оптимизации, сочетающий квантово-инспирированную эволюцию с механизмом самонастройки на основе истории успеха. В отличие от известных квантово-инспирированных эволюционных алгоритмов, где

значения параметров устанавливаются статически или настраиваются эвристически, в предложенном подходе значения таких параметров, как углы поворота в квантовых вентилях и вероятность мутации, корректируются динамически в процессе поиска на основе эффективности предыдущих изменений, оцениваемой через улучшение значений целевой функции. Для повышения устойчивости адаптации используется взвешенное среднее Лемера второго порядка, учитывающее успешность и уровень улучшения решений. Данный алгоритм сохраняет все преимущества квантово-инспирированного представления, в частности, способность одновременно исследовать множество решений и избегать застревания в локальных оптимумах, и при этом приобретает свойство самоорганизации, что позволяет эффективно решать разнородные оптимизационные задачи без необходимости ручной настройки гиперпараметров.

#### *Библиографический список*

1. Tanabe R, Fukunaga A. Success-history based parameter adaptation for Differential Evolution, 2013 IEEE Congress on Evolutionary Computation, Cancun, Mexico, 2013, pp. 71-78. DOI: 10.1109/CEC.2013.6557555.
2. Stanovov, V., Akhmedova, S. and Semenkin, E. (2019). Genetic Algorithm with Success History based Parameter Adaptation. In Proceedings of the 11th International Joint Conference on Computational Intelligence (IJCCI 2019) - ECTA; ISBN 978-989-758-384-1; ISSN 2184-3236, SciTePress, pages 180-187. DOI: 10.5220/0008071201800187.
3. Hakemi, S., Houshmand, M., KheirKhah, E. et al. A review of recent advances in quantum-inspired metaheuristics. *Evol. Intel.* 17, 627–642 (2024). <https://doi.org/10.1007/s12065-022-00783-2>.
4. Масленников, В.В. Модификация квантово-инспирированного генетического алгоритма численной оптимизации с использованием кудита в условиях имитации квантовой декогеренции / В.В. Масленников, Л.А. Демидова // *Computational Nanotechnology*. – 2024. – Т. 11, № 2. – С. 58-85. – DOI 10.33693/2313-223X-2024-11-2-58-85. – EDN MRWGYA.

## **МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ САМОНАСТРОЙКА В АЛГОРИТМАХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЧИСЛЕННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ИСТОРИИ УСПЕХА**

В.В. Масленников

**МИРЭА – Российский технологический университет**

Современные алгоритмы многокритериальной численной оптимизации сталкиваются с фундаментальной методологической проблемой – зависимостью генерации точных аппроксимаций множества Парето от качественной настройки набора взаимосвязанных гиперпараметров. К таким гиперпараметрам относятся вероятности применения генетических операторов, коэффициенты, регулирующие селективное давление, параметры архивов недоминируемых решений, а также мета-параметры, управляющие динамическим балансом между глобальным исследованием и локальной эксплуатацией. В отличие от однокритериальной оптимизации, где эффективность решения определяется скалярным значением целевой функции, в многокритериальной оптимизации критерий «успеха» теряет бинарную природу и приобретает многомерный, контекстно-зависимый характер. Такой механизм

самоастройки алгоритмов оптимизации, как история успеха (Success-History based Parameter Adaptation, далее – SHA), изначально разработанный для дифференциальной эволюции и позже перенесённый на генетические алгоритмы [1, 2], оказывается некорректным для применения в алгоритмах многокритериальной оптимизации, поскольку SHA апеллирует к скалярной метрике качества и игнорирует топологическую сложность фронта Парето – его невыпуклость, разрывность, многосвязность и чувствительность к распределению решений.

С целью преодоления указанного ограничения необходимо совершенствование концепции SHA. Для этого вместо бинарного индикатора успеха предлагается ввести векторные метрики вклада решения в качество текущей аппроксимации фронта Парето. В роли таких метрик могут выступать: улучшение гиперобъёма, количественно характеризующее прирост объёма пространства, доминируемого множеством решений относительно заданной референсной точки [3]; сокращение нормализованного расстояния до референсных векторов, используемых в декомпозиционных подходах [4]; количество вытесненных недоминируемых решений, отражающее локальную конкурентоспособность нового кандидата. Эти метрики формируют многомерный архив успеха, в котором каждая запись ассоциирована не просто с набором параметров, но и с вектором показателей их эффективности в достижении глобальных целей оптимизации. Обновление параметров осуществляется посредством взвешенного агрегирования через среднее Лемера второго порядка [5], где веса пропорциональны величине вклада, что обеспечивает приоритетное влияние наиболее значимых успехов.

Такой подход позволяет синтезировать «интеллектуальный», саморегулирующийся механизм адаптации, способный в реальном времени координировать настройку значений десятков параметров в зависимости от эволюционной фазы и локальной структуры ландшафта целевых функций. Алгоритм перестаёт быть пассивным исполнителем заранее заданных правил и трансформируется в активную систему обучения на собственном опыте, динамически перераспределяя вычислительные ресурсы в пользу стратегий, наиболее продуктивных на текущем этапе. Это особенно критично для решения прикладных инженерных задач, где требуется находить компромисс между фундаментально противоречивыми критериями в условиях априорной неопределённости относительно формы и масштаба фронта Парето.

#### *Библиографический список*

1. Tanabe R, Fukunaga A. Success-history based parameter adaptation for Differential Evolution, 2013 IEEE Congress on Evolutionary Computation, Cancun, Mexico, 2013, pp. 71-78. DOI: 10.1109/CEC.2013.6557555.
2. Stanovov, V., Akhmedova, S. and Semenkin, E. (2019). Genetic Algorithm with Success History based Parameter Adaptation. In Proceedings of the 11th International Joint Conference on Computational Intelligence (IJCCI 2019) - ECTA; ISBN 978-989-758-384-1; ISSN 2184-3236, SciTePress, pages 180-187. DOI: 10.5220/0008071201800187.
3. Wang, Hao & Yang, Kaifeng & Affenzeller, Michael & Emmerich, Michael. (2022). Probability Distribution of Hypervolume Improvement in Bi-objective Bayesian Optimization. 10.48550/arXiv.2205.05505.
4. Zhang, Xiaojun. (2021). A New Decomposition-Based Many-Objective Algorithm Based on Adaptive Reference Vectors and Fractional Dominance Relation. IEEE Access. 9. 152169-152181. 10.1109/ACCESS.2021.3126292.

5. Johannesson, Björn. (2023). Sequences related to Lehmer's problem. DOI: 10.48550/arXiv.2308.16305.

## **АСПЕКТЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВЕКТОРНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ РЕГУЛЯРНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ АЛГОРИТМАМИ К-СРЕДНИХ И НЕЧЕТКИХ С-СРЕДНИХ**

Н.А. Морошкин

**МИРЭА – Российский технологический университет**

Задача кластеризации регулярных выражений (РВ) по их структуре и функциональной близости имеет важное значение при анализе и оптимизации библиотек шаблонов поиска, выявлении дубликатов и автоматизации тестирования. При этом прямое сравнение РВ затруднено из-за различий синтаксиса, а также неоднозначности при построении конечных автоматов для различных диалектов.

В работе [1] рассмотрены методы векторизации РВ на основе TF-IDF и BERT, в том числе с использованием абстрактных синтаксических деревьев (АСД) и эквивалентных и почти-эквивалентных замен конструкций РВ. Кластеризация выполнена с применением алгоритма k-средних и оценена с применением индекса кластерного силуэта. При этом показано, что сочетание структурных признаков РВ и моделей контекстного представления повышает качество группировки выражений.

В настоящем исследовании представлено применение алгоритма с-средних и его модификаций для кластеризации векторных представлений РВ, так как в задачах анализа регулярных выражений границы между кластерами часто размыты. Одно и то же РВ может сочетать синтаксические и семантические признаки, характерные сразу для нескольких групп. Например, регулярные выражения, описывающие числовые форматы, могут содержать элементы, общие с шаблонами для дат или идентификаторов. В таких случаях четкое отнесение РВ только к одному кластеру приводит к потере информации о его возможных связях с другими классами.

В ходе экспериментальных исследований на примерах данных из [1] рассмотрены базовый алгоритм нечетких с-средних, а также его модификации [2] – алгоритм нечетких с-средних с L2-регуляризацией, алгоритм нечетких с-средних с энтропийным штрафом, алгоритм нечетких с-средних со штрафом на принадлежность ко многим кластерам, алгоритм нечетких с-средних со штрафом на большие размеры кластера, взвешенный алгоритм нечетких с-средних [3] и алгоритм нечетких с-средних с вероятностно-подобными степенями принадлежности [4].

Сравнительный анализ результатов кластеризации, полученных с применением базового алгоритма нечетких с-средних и его модификаций, выполнен по значениям индекса кластерного силуэта и показателям устойчивости центроидов. Полученные результаты подтверждают, что применение регуляризующих членов и введение нечетких степеней принадлежности влияют на устойчивость и характер распределения регулярных выражений между кластерами, позволяя управлять балансом между точностью разделения данных и гибкостью кластерной структуры.

Дальнейшие исследования планируется связать с адаптивным выбором параметров регуляризации и степени нечеткости в зависимости от свойств распределения данных и семантики регулярных выражений.

*Библиографический список*

1. Демидова Л.А., Морошкин Н.А. Решение задачи кластеризации векторных представлений регулярных выражений // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2025, Т. 21, № 2, С. 50–59.
2. Bedalli E., Hajrulla S., Rada R., Kosova R. Fuzzy Clustering Approaches Based on Numerical Optimizations of Modified Objective Functions // Algorithms 2025, 18(6), 327.
3. Das S., Pratihar A., Das S. Hyperbolic Fuzzy C-Means with Adaptive Weight-based Filtering for Efficient Clustering // arXiv:2505.04335, 2025.
4. Peeples J., Suen D., Zare A., Keller J. Possibilistic Fuzzy Local Information C-Means with Automated Feature Selection for Seafloor Segmentation // arXiv:2110.07433, 2021.

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТОКА С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Е.М. Овчарова

Научный руководитель — Абрамов В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

Проблема моделирования производственного потока имеет важное значение для принятия экономических решений и для внедрения компьютерных технологий в управление производством [1-8].

В работах [9–11] была предложена и исследована линейная балансовая модель с дискретным временем потока объемов производства. В стационарном случае эта модель определяется ценами на товары, их себестоимостями, способом распределения выручки и непроизводственным потреблением. Установлено, что в случае рентабельного производства всех товаров модель с постоянным потреблением неустойчива. Это приводит к тому, что объемы производства формально становятся отрицательными или сколь угодно большими. Поэтому целесообразно стабилизировать производство с помощью непроизводственного потребления, согласовав потребление с текущим объемом производства [12, 13].

В докладе излагается процедура решения задачи о стабилизации стационарного потока данной системы. В основе – решение оптимизационных задач методом линейного программирования по критериям максимизации прибыли или суммарного потребления с учетом ограничений на объёмы производства и ресурсы. В результате система, моделирующая производственный поток имеет асимптотически устойчивое стационарное решение.

Примеры решений задачи стабилизации и визуализации результатов реализованы на формальных данных в программе Excel.

*Библиографический список*

1. Титова Е. В., Абрамов В. В. Игровая модель принятия решения об оптимизации потока объемов сбыта одного продукта // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: сб. науч. ст. IV научно – практ. междунар. конф. (школы-семинара) молодых ученых: 23-25 апреля 2018 г. – Ч. 1. – Тольятти: Издатель Качалин А.В., 2018. – С. 527–531.
2. V.V. Abramov, E.Ju. Liskina, S.S. Mamonov, S.V. Vidov The Calculation of the Sales Volumes Flow Based on the Game-Theoretic Model // Fourth Workshop on Computer Modelling in Decision Making (CMDM 2019). – Atlantis Press: Atlantis Highlights in

Computer Sciences. – 2019. – Vol. 2. – Pp. 6–11. – DOI: <https://doi.org/10.2991/ahcs.k.191206.002>.

3. Протасов Н.А., Абрамов В.В. Оптимизация потоков закупок и продаж с учетом собственных оборотных средств // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VI Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых (г. Тольятти, 23-25 апреля 2020 г.). – Тольятти: Издатель Качалин А.В., 2020. – С. 390–394.

4. Горшков П.В., Абрамов В.В. Модель Леонтьева с дискретным временем // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VII Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых: 22-24 апреля 2021 г. – Тольятти, 2021. – С. 129–134.

5. Симонов Д.К., Абрамов В.В. Модель оптимизации рентабельности работы склада // XXIV Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета (г. Нижневартовск, 5–6 апреля 2022 г) / Под общей ред. Д.А. Погоньшева. – Ч. 4. – Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2022. – С. 22–28.

6. Анашкин Н.О., Абрамов В.В. Модель баланса производственного предприятия // Современные проблемы физико-математических наук: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (г. Орёл, 24–25 ноября 2023 г.). – Орёл: ОГУ им. И.С. Тургенева, 2023. – С. 363–371.

7. Правдивцева А.С. Решение задачи квадратичного программирования с параметром // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ им. В.Ф. Уткина, 2024. – С. 110–111.

8. Шиндина К.П. Применение компьютерных вычислений в игровой динамической модели производства // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ им. В.Ф. Уткина, 2024. – С. 117–119.

9. Юдин Д.В., Абрамов В.В. Моделирование дискретной динамики производства // XXIV Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета (5–6 апреля 2022 г.). – Ч. 4. – НВГУ, 2022. – С. 615–620.

10. Юдин Д.В., Абрамов В.В. Исследование устойчивости одной модели производства // Материалы 72-й Международной студенческой научно-практической конференции (г. Астрахань, 18–23 апреля 2022 г.). – АГТУ, 2022. – С. 489–490.

11. Юдин Д.В., Абрамов В.В. Об условиях наращивания выручки в рамках одной балансовой модели // Математика и естественные науки. Теория и практика: межвуз. сб. науч. тр. – Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2023. – Вып. 18. – С. 3–9.

12. Овчарова Е.М. Стабилизация потока объемов производства в рамках одной модели // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ им. В.Ф. Уткина, 2024. – С. 109.

13. Овчарова Е.М. Условия существования стабильного режима работы в линейной балансовой модели предприятия // XXVII Всероссийская студенческая



научно-практ. конференция Нижневартковского государственного университета (г. Нижневартовск, 9–10 апреля 2025 г.) / Под общей ред. Б.Н. Махутова. – Ч. 1. – Нижневартовск: Издательство НВГУ, 2025. - С. 204-209.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБЛИЖЕННЫХ МЕТОДОВ К РЕШЕНИЮ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

А.С. Правдивцева

Научный руководитель — Абрамов В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент  
**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

В данной работе исследуется проблема применения компьютерных вычислений для моделирования оптимального производственного потока [1-8].

Рассмотрим предприятие, реализующее продукцию при условиях:

- 1) чистые риски не учитываются, то есть сбыт продукции гарантирован;
- 2) себестоимость продукции линейно повышается с ростом объемов производства из-за необходимости наращивания фондов;
- 3) предприятие функционирует при ограничениях в виде линейных неравенств на производственные ресурсы;
- 4) нормы затрат на ресурсы линейно уменьшаются за счет оптовых скидок при расширении производства;
- 5) прогнозы цен, себестоимостей продукции и затрат на ресурсы зависят от непрерывного времени.

Решается проблема разработки динамического плана производства, при котором прибыль в каждый момент времени максимальна. Решение этой проблемы сводится к параметрической задаче квадратичного программирования [9, 10].

Для определения поиска оптимального плана производства предлагается алгоритм приближенного вычисления точки максимума в виде непрерывной векторной функции времени на основе комбинации метода непараметрического квадратичного программирования и метода наименьших квадратов.

Примеры вычисления оптимальных динамических планов производства при линейных прогнозах цен по предложенному алгоритму реализованы на тестовых данных в программе Excel.

### *Библиографический список*

1. Титова Е. В., Абрамов В. В. Принятие решения об оптимизации потока объемов сбыта одного продукта // Математика и естественные науки. Теория и практика: межвуз. сб. науч. тр. – Ярославль: Издат. дом ЯГТУ. – 2019. – № 14. – С. 190–196.
2. Протасов Н.А., Абрамов В.В. Оптимизация потоков закупок и продаж с учетом собственных оборотных средств // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VI Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых (г. Тольятти, 23-25 апреля 2020 г.). – Тольятти: Издатель Качалин А.В., 2020. – С. 390–394.
3. Симонов Д.К., Абрамов В.В. Модель оптимизации рентабельности работы склада // XXIV Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета (г. Нижневартовск, 5–6 апреля

2022 г.) / Под общей ред. Д.А. Погонишева. – Ч. 4. – Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2022. – С. 22–28.

4. Юдин Д.К., Абрамов В.В. Методы эффективного управления производством в рамках одной динамической модели // Современные проблемы физико-математических наук: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (г. Орёл, 24–25 ноября 2023 г.). – Орёл: ОГУ им. И.С. Тургенева, 2023. – С. 384–390.

5. Анашкин Н.О., Абрамов В.В. Модель баланса производственного предприятия // Современные проблемы физико-математических наук: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (г. Орёл, 24–25 ноября 2023 г.). – Орёл: ОГУ им. И.С. Тургенева, 2023. – С. 363–371.

6. Овчарова Е.М. Стабилизация потока объемов производства в рамках одной модели // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: им. В. Ф. Уткина, 2024. – С. 109.

7. Шиндина К.П. Применение компьютерных вычислений в игровой динамической модели производства // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ им. В.Ф. Уткина, 2024. – С. 117–119.

8. Анашкин Н. О. Квадратичная оптимизационная модель производства // Математика и ее приложения в современной науке и практике: сборник научных статей XIV Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященной 60-летию юбилею ЮЗГУ. – Курск: изд-во ЮЗГУ, 2024. – С. 164–171.

9. Правдивцева А. С. Решение задачи квадратичного программирования с параметром // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: изд-во РГРТУ им. В. Ф. Уткина, 2024. – С. 110–111.

10. Правдивцева А. С. Геометрический метод решения задачи квадратичного программирования с вещественным параметром // XXVII Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета (г. Нижневартовск, 9–10 апреля 2025 г.) / Под общей ред. Б. Н. Махутова. – Ч. 1. – Нижневартовск: Издательство НВГУ, 2025. – С. 210–215.

## **ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ НАДЁЖНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ**

И.В. Русак

Научный руководитель – Боровиков С.М., к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники**

В данном докладе рассматривается подход, который позволит определить индивидуальную надёжность полупроводниковых приборов: уровень надёжности конкретного экземпляра (единицы изделия) для заданной наработки. Подход

основан на использовании информативных параметров полупроводниковых приборов и метода индивидуального прогнозирования.

Основными этапами для определения индивидуальной надёжности полупроводниковых приборов являются:

- выбор информативных параметров полупроводниковых приборов интересующего типа;

- обоснование объёма выборки, используемой для проведения обучающего эксперимента (предварительных исследований);

- проведение обучающего эксперимента с обучающей выборкой;

- выбор метода получения модели прогнозирования;

- получение модели прогнозирования и оценка её качества, т. е. пригодности модели для использования в практике;

- определение в начальный момент времени по полученной модели уровня надёжности тех экземпляров полупроводниковых приборов рассматриваемого типа, которые не принимали участия в обучающем эксперименте.

Последний указанный этап представляет собой оценку (прогнозирование) индивидуальной надёжности полупроводниковых приборов. Причём, в данном случае прогнозирование уровня надёжности выполняется в виде определения по прогнозу принадлежности экземпляра к классу работоспособности для заданной будущей (интересующей потребителя) наработки: класс надёжных или класс потенциально ненадёжных экземпляров. Экземпляры, отнесённые в начальный момент времени по прогнозу к классу потенциально ненадёжных экземпляров, с большой степенью вероятности откажут в составе электронной аппаратуры раньше заданной наработки.

На рисунке 1 представлена структурная схема, показывающая последовательность прогнозирования индивидуальной надёжности полупроводниковых приборов.

Модель прогнозирования получают путём обработки результатов обучающей (иначе – тренировочной) выборки, используя выбранный метод получения модели.

Практический интерес представляет метод пороговой логики, который имеет несколько разновидностей [1]. В этом методе информативные параметры, измеряемые в начальный момент времени, преобразуют в двоичные или троичные кодовые сигналы (значения) и решение о классе экземпляра для заданной будущей наработки фактически принимается по набору кодовых сигналов без необходимости выполнения сложных математических расчётов, используя измеренные значения информативных параметров. Причём, для использования моделей прогнозирования, получаемых другими методами, расчёт необходимо выполнять каждый раз для нового прогнозируемого экземпляра.

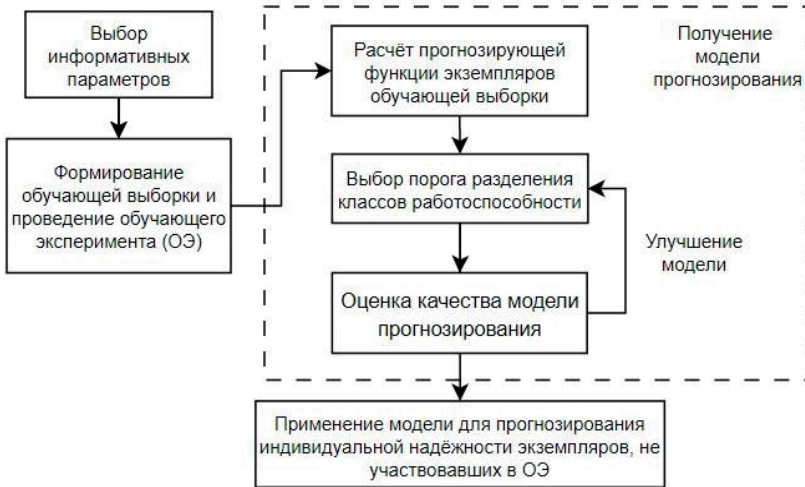


Рисунок 1 – Структурная схема прогнозирования по информативным параметрам класса работоспособности приборов

Открытым остаётся вопрос о том, какой разновидности метода пороговой логики, следует отдавать предпочтение при решении конкретной задачи прогнозирования индивидуальной надёжности полупроводниковых приборов по значениям их информативных параметров в начальный момент времени. Для ответа на этот вопрос необходимо оценить эффективность моделей прогнозирования, полученных разными модификациями метода пороговой логики, используя статистическое моделирование обучающего эксперимента большой выборки [2].

#### *Библиографический список*

1. Боровиков С.М. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадёжных изделий электронной техники. – М.: Новое знание, 2013. – 343 с.
2. Боровиков С.М., Будник А.В., Русак И.В. Определение эффективности моделей прогнозирования надёжности полупроводниковых приборов методом статистического имитационного моделирования // Современные средства связи: материалы XXIX Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 31 октября – 1 ноября 2024 г. – Минск: БГАС, 2024. – С. 27–29.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРОВ**

А.И. Тарасов

Научный руководитель – Потехин Д.С., д.т.н.

**МИРЭА – Российский технологический университет**

В докладе рассматриваются вопросы моделирования характеристик вейвлет-функций для определения параметров периодических сигналов различных типов. Актуальность определяется потребностью в измерении высокоточных физических параметров, в частности сигналов эталонов частоты-времени, вещаемых в эфире [1].

Стабильность современных атомных часов достигает  $10^{-16}$ , поэтому даже представления коэффициентов вейвлет-функции в формате чисел с плавающей точкой двойной точности не может обеспечить требуемую точности обработки параметров сигнала.

Разрабатывается программное приложение для генерирования вейвлет-функций Морле с изменением разрядности коэффициентов, пределов интегрирования и коэффициента затухания модулирующего гауссовского окна. Задачей анализа является выбор параметров, обеспечивающих прием сигнала, вещаемого в эфир эталоном RBU на частоте 66,6(6) кГц. Сигнал принимается различными аналогово-цифровыми преобразователями, что и требует подбора оптимальной вейвлет-функции с учетом их частоты преобразования [2].

Исследована производительность ряда распространенных компиляторов при выполнении задачи анализа. В следствии большого объема вычислений, выявлено, что интерпретатор языка python не обеспечивает требуемой производительности. Проводится сравнительный анализ компиляторов C++ в составе MS Visual Studio и Qt creator, а также платформы Lazarus в составе компилятора Object Pascal. При необходимости рассматривается перспектива использования GPU (CUDA SDK) и ускорителей на базе FPGA.

Работа выполняется в РТУ МИРЭА в интересах ФГУП ВНИИФТРИ. Дополнительно были получены результаты предварительного моделирования набора вейвлет-функций для декодирования сигналов протокола HART по технологии программно-определяемого радио. Эта задача не требует высокой точности, поэтому была использована для проверки работоспособности прототипа программы.

#### *Библиографический список*

1. <https://www.vniiftri.ru/> (дата обращения 29.10.2025)
2. Потехин Д.С., Тарасов И.Е., Тетерин Е.П. Влияние коэффициентов и пределов интегрирования вейвлет-функции Морле на точность результатов анализа гармонических сигналов с нестационарными параметрами // Научное приборостроение. 2002. Т. 12. № 1. С. 90–95.

## **МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНА**

К.П. Шиндина

Научный руководитель – Абрамов В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент  
**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

Допустим, предприятие производит и реализует несколько видов продукции. Даны временные прогнозы экономических показателей (прогноз цен, себестоимостей и т.д.) на некоторый перспективный промежуток времени. Требуется составить оптимальный по прибыли план производства на этот промежуток времени – оптимальный производственный поток. Задачи такого рода решались с разных точек зрения в работах [1–6]. Если получение прибыли не гарантировано, то целесообразно применение игровых моделей [7–9].

В частности, если рассматривается несколько базовых производственных планов производства и несколько условий сбыта, которые могут наступить с некоторой вероятностью, то для вычисления плана сбыта целесообразно применить параметрическую матричную игровую модель [10, 11]. В данной работе

предполагается, что игрок 1 – предприятие, игрок 2 – рынок. Каждый игрок независимо выбирает свою стратегию в определенный промежуток времени, затем в каждой игровой ситуации вычисляется выигрыш игрока 1. Из этих выигрышей составляется матрица прибылей, ее компоненты зависят от времени. Для оптимальных смешанных стратегий игроков в виде векторных функций времени и функции оптимальной средней цены предлагается алгоритм приближенного вычисления на основе комбинации метода линейного программирования [12] и метода наименьших квадратов с помощью целевых критериев.

В итоге, определяется динамический усредненный оптимальный план производства и прогноз максимальной средней прибыли предприятия.

Примеры вычисления по предложенному алгоритму реализованы на тестовых данных в Excel.

#### *Библиографический список*

1. Протасов Н.А., Абрамов В.В. Оптимизация потоков закупок и продаж с учетом собственных оборотных средств // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VI Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых (г. Тольятти, 23-25 апреля 2020 г.). – Тольятти: Издатель Качалин А.В., 2020. – С. 390–394
2. Горшков П.В., Абрамов В.В. Модель Леонтьева с дискретным временем // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VII Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых: 22-24 апреля 2021 г. – Тольятти, 2021. – С. 129–134.
3. Юдин Д.В., Абрамов В.В. Моделирование дискретной динамики производства // XXIV Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета (5–6 апреля 2022 г.). – Ч. 4. – НВГУ, 2022. – С. 615–620.
4. Анашкин Н.О. Применение компьютерных вычислений в рамках одной модели доходов и расходов предприятия // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVIII Всерос. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ, 2023. – С. 97–99.
5. Овчарова Е.М. Стабилизация потока объемов производства в рамках одной модели // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: им. В. Ф. Уткина, 2024. – С. 109.
6. Правдивцева А. С. Решение задачи квадратичного программирования с параметром // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ им. В. Ф. Уткина, 2024. – С. 110–111.
7. Титова Е. В., Абрамов В. В. Игровая модель принятия решения об оптимизации потока объемов сбыта одного продукта // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: сб. науч. ст. IV научно – практ. междунар. конф. (школы-семинара) молодых ученых: 23-25 апреля 2018 г. – Ч. 1. – Тольятти: Издатель Качалин А.В., 2018. – С. 527–531.

8. V.V. Abramov, E.Ju. Liskina, S.S. Mamonov, S.V. Vidov The Calculation of the Sales Volumes Flow Based on the Game-Theoretic Model // Fourth Workshop on Computer Modelling in Decision Making (CMDM 2019). – Atlantis Press: Atlantis Highlights in Computer Sciences. – 2019. – Vol. 2. – Pp. 6–11. – DOI: <https://doi.org/10.2991/ahcs.k.191206.002>.

9. Ананьина С.А., Абрамов В.В. Игровая модель принятия решений об оптимизации производства // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VI Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых: 22-24 апреля 2020 г. – Тольятти: Издатель Качалин А.В., 2020. – С. 150–154.

10. Шиндина К.П. Применение компьютерных вычислений в игровой динамической модели производства // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ им. В.Ф. Уткина, 2024. – С. 117–119.

11. Шиндина К. П. Игровая модель сбыта // XXVII Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета (г. Нижневартовск, 9–10 апреля 2025 г.) / Под общей ред. Б. Н. Махутова. Ч. 1. Естественные и точные науки. — Нижневартовск: Издательство НВГУ, 2025. — С. 221–226.

12. Абрамов В.В., Мамонов С.С., Мишакова Н.А., Эфендиев У.Н. Теория игр. – Рязань: РГУ им. С.А. Есенина, 2016. – 88 с.

---

**Секция 3. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

---

**ШИРОКОУГОЛЬНЫЙ ПОДВОДНЫЙ БЕСПРОВОДНОЙ  
ОПТИЧЕСКИЙ КАНАЛ СВЯЗИ**

Л.В. Аронов

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

В современных подводных беспроводных оптических системах связи широко применяются лазерные передатчики с узконаправленным лучом, обеспечивающие высокую плотность потока мощности сигнала и, как следствие, дальность передачи данных порядка 100-150 м [1,2]. Однако при этом предъявляются требования к точности наведения и стабилизации луча, особенно при взаимодействии с подвижными объектами.

Альтернативным решением является использование передатчиков с широконаправленным излучением, формируемым с помощью рассеивающих оптических систем. Эти системы позволяют снизить требования к точности наведения и обеспечивают возможность одновременной передачи данных на несколько приёмников, расположенных в пределах углового сектора.

В работе рассматривается оценка энергетического бюджета подводного канала при использовании широкоугольной оптической передающей системы, на основе известных математических моделей, учитывающих параметры передатчика, характеристики диаграммы направленности, расстояние до приёмника, а также коэффициент ослабления среды, зависящий от типа воды и вертикального профиля хлорофилла [3].

Несмотря на снижение дальности, такая архитектура повышает адаптивность системы в целом. Дополнительное использование помехоустойчивого кодирования и адаптивной регулировки мощности позволяет частично компенсировать потери [4]. Таким образом, широкоугольные оптические каналы представляют собой перспективное направление развитие подводных беспроводных оптических систем связи, в том числе в составе гибридных систем, сочетающих различные технологии передачи данных.

*Библиографический список*

1. Кириллов С.Н. Определение характеристик подводного открытого оптического канала передачи информации на больших глубинах [Текст] / С. Н. Кириллов, Л. В. Аронов // Вестник РГРТУ – 2018. – № 1 (63). – с. 40-48
2. Laura J. Johnson Underwater optical wireless communications: depth dependent variations in attenuation [Текст] / Laura J. Johnson, Roger J. Green, Mark S. Leeson // Applied Optics, Volume 52 (Number 33). pp. 7867-7873.
3. Кириллов С. Н. Разработка модели распространения оптического сигнала в водной среде для подводных систем передачи информации [Текст] / С. Н. Кириллов, С. А. Балюк, С. Н. Кузнецов, А. С. Есенин // Вестник РГРТУ. – 2012 – №2 – с. 3-8
4. Аронов Л. В. Коды Рида – Соломона в подводном оптическом канале передачи информации с кодоимпульсной модуляцией по интенсивности [Текст] / Л. В. Аронов // Вестник РГРТУ – 2021. – № 4 (78). – с. 12-20. DOI: 10.21667/1995-4565-2021-78-12-20



## МЕТОДЫ ПРОГРАММНОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОСИГНАЛОВ

Т.Р. Боцман

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

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

Цель данного доклада — анализ и обзор методов цифровой обработки радиосигналов в РЛС и применение в них высокоуровневых языков программирования (ВЯП). Также будут кратко рассмотрены особенности функционирования современных систем радиосвязи и этапы обработки информации в них. Задачи:

1. Определить ключевые этапы обработки сигналов, где применимы ВЯП.

2. Провести анализ преимуществ и недостатков различных ВЯП для конкретных задач (моделирование, реальная обработка, визуализация, интеграция).

3. Выявить перспективные направления использования ВЯП в радиолокации.

В настоящее время разрабатываются и совершенствуются новые высокоуровневые методы создания программного обеспечения, использующие объектно-ориентированное компонентное программирование на основе обработки событий, графического интерфейса и взаимодействия с базами данных. В современных радиолокационных системах особую актуальность приобретают программные методы обработки радиосигналов, которые применяются на всех этапах — от моделирования и первичной обработки до визуализации и принятия решений. Это обусловлено постоянно растущими требованиями к точности, скорости и надежности обработки радиолокационной информации, а также необходимостью интеграции РЛС в сложные автоматизированные системы управления [2].

Традиционно низкоуровневые языки (С, ассемблер) и аппаратные решения (ПЛИС, DSP) доминировали в обработке сигналов РЛС благодаря высокой производительности и контролю над ресурсами. Однако современные вызовы — такие как:

- необходимость быстрой прототипировки алгоритмов;
  - интеграция с системами искусственного интеллекта;
  - обработка больших объёмов данных;
  - требование кроссплатформенности и масштабируемости
  - повышение безопасности и надёжности работы алгоритмов,
- стимулируют активное использование высокоуровневых языков (Python, Java, MATLAB, Julia и др.) на различных этапах жизненного цикла РЛС.

Таким образом, учитывая развитие технологий и повышение требований к эффективности и адаптивности систем РЛС, важно иметь решение в виде эффективного инструмента для работы с радиосигналами, которое будет адаптироваться под поставленные задачи в области обработки сигналов и современные требования рынка.

Использование высокоуровневых языков программирования в обработке радиосигналов РЛС — это не замена традиционным подходам, а стратегический инструмент для ускорения инноваций.

### *Библиографический список*

1. Степанов А. В., Матвеев С. А. Методы компьютерной обработки сигналов систем радиосвязи. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2003.

2. В. И. Кошелев. Радиотехнические системы. Учебное пособие. – Рязань, 2021 г.
3. Высокоуровневые методы информатики и программирования: Курс лекций / Д.В. Медведев – Шахты: ИСОИП (филиал) ДГТУ, 2019 г.
4. А. В. Гаврилов, О.А. Дегтярёва, И.А. Лёзин, И В. Лёзина. Учебное пособие по языку Java.: Самара, 2010 г.
5. Балабанов, П. В. Методы и программные средства обработки данных [Электронный ресурс]: практикум / П. В. Балабанов, Д. А. Любимова, Н. М. Гребенникова. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2024.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЗАЩИТЫ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ТРАФИКА В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

Д.П. Бузилкин

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., д.т.н., доцент

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

Современный мир переживает цифровую трансформацию, в центре которой находится обмен данными. Особое место в этом процессе занимает мультимедийный трафик — голосовая связь (VoIP), видеоконференции, потоковое вещание, удаленный мониторинг и т.д. Если раньше такой трафик был вторичным, то сегодня он стал кровеносной системой бизнеса, государственного управления и социального взаимодействия. Однако его широкое распространение и специфические характеристики делают его уязвимой мишенью. В связи с этим разработка эффективных алгоритмов защиты мультимедийного трафика является не просто технической задачей, а одной из ключевых проблем обеспечения национальной и корпоративной безопасности [1...4].

Разрабатываемый алгоритм должен соответствовать следующим критериям:

1. Минимальное влияние на задержку: Время шифрования/расшифровки должно быть значительно меньше допустимой задержки для конкретного типа трафика.
2. Высокая криптостойкость: Устойчивость к современным методам криптоанализа.
3. Эффективность использования полосы пропускания: Алгоритм не должен значительно увеличивать объем передаваемых данных.
4. Адаптивность: Способность динамически подстраивать уровень защиты в зависимости от загрузки сети и критичности данных.
5. Энергоэффективность: Важно для мобильных и IoT-устройств.

Применение модификации алгоритма Хургина-Яковлева [5...8] в алгоритмах защиты речевой информации не только увеличивает качество восстановленной речи на выходе кодека при действии шумов квантования и помех в радиоканале, но и значительно уменьшает возможности незаконно прослушивающих устройств и позволяет пользоваться каналами передачи информации, не обращая внимания на фактор прослушивания линий связи (несанкционированного доступа) со стороны злоумышленника. Представление и хранение цифровых фонограмм при использовании модификации алгоритма Хургина-Яковлева позволят как определить фальсификацию и искажения, так и восстановить истинную фонограмму [4]. Применение алгоритмов обработки речевых сигналов на основе модификации алгоритма Хургина-Яковлева в системах асинхронного маскирования обеспечит новые возможности по созданию устройств маскирования речи [1...4].

Существенной проблемой для защищенных радиосистем передачи информации является снижение качества восстановленной речи в известных алгоритмах маскирования при действии помех в радиоканале. Поэтому представляют интерес вопросы снижения узнаваемости передаваемой речи при сохранении приемлемого качества восстановленной речи. Один из путей решения выше перечисленных проблем возможен за счет использования модификации алгоритма Хургина-Яковлева, использующего представление исходной информации в виде децимированных отсчетов сигнала и его производных. Использование модификации алгоритма Хургина-Яковлева в интересах маскирования речевого сигнала позволит повысить помехоустойчивость и реализационные возможности системы маскирования. Рассмотрим применение модификации алгоритма Хургина-Яковлева при  $N=2$  в системах асинхронного маскирования речевого сигнала во временной и частотной областях. При использовании производных более высоких порядков основные методы маскирования речевого сигнала будут аналогичными [4].

Актуальность разработки алгоритмов защиты мультимедийного трафика сегодня невозможно переоценить. Будущее безопасной цифровой коммуникации зависит от алгоритмов, которые смогут обеспечить не только конфиденциальность и целостность, но и бесперебойную работу мультимедийных приложений в режиме реального времени.

#### *Библиографический список*

1. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Асинхронное маскирование, обнаружение фальсификаций и реставрация фонограмм речевых сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева./ Безопасность информационных технологий. 2003. №2. – С.26-30.
2. В.Т. Дмитриев, Д.И. Лукьянов Алгоритм маскирования на основе представления Хургина-Яковлева с использованием производных второго и третьего порядков. Вестник РГРТУ 2012 №4. –С.13-17
3. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Асинхронное маскирование, обнаружение фальсификаций и реставрация фонограмм речевых сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева./ Безопасность информационных технологий. 2003. №2. – С.26-30.
4. Андреев В.Г., Дмитриев В.Т. Алгоритм совместной реализации первичного кодека и маскиратора речевых сигналов с возможностью защиты фонограмм от фальсификаций// Вестник РГРТУ. 2023. №84. – С.66 -76.
5. Дмитриев В.Т., Ву Хоанг Шон Применение трехканальной модификации алгоритма Хургина-Яковлева в алгоритмах первичного кодирования речевых сигналов. // Вестник РГРТУ. 2024. №88. – С.3 -14.
6. Дмитриев В.Т., Смирнов М.С. Исследование помехоустойчивой и защищенной системы передачи речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева.//Вестник РГРТУ 2022 №82 – С. 27- 37.
7. С.А. Бахурин, В.Т. Дмитриев Исследование точности алгоритмов оценки отсчетов производной в радиотехнических устройствах/ Вестник РГРТА Вып. №13, 2004 – С.32 – 35.
8. Дмитриев В.Т. Адаптация кодеков речевых сигналов на основе теоремы В.А. Котельникова и модификации алгоритма Хургина-Яковлева к шумам в канале связи// Цифровая обработка сигналов №2. 2023 – С. 55 – 60.

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА НА ОСНОВЕ МЕТОДА СПЕКТРАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ

М.С. Бунин

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., д.т.н., доцент

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

Объективные оценки качества принятой речи получают с помощью технических средств, обеспечивающих лучшую повторяемость результатов по сравнению с субъективными оценками. Однако объективные методы позволяют только предсказать ожидаемое качество речи, но не способны оценивать качество речи так, как это делает человек.

Цель инструментального подхода к предсказанию качества речи - достичь высокой корреляции между предсказанными оценками качества и оценкой, полученной путем тестирования группой экспертов.

К настоящему времени разработан ряд методов оценивания качества речи на выходе кодеков речевых сигналов, но не один из них не является универсальным, т.е. удовлетворяющим всем вышеперечисленным требованиям [1...4].

Предложено модифицировать функцию ощущения спектральной динамики в интересах проведения измерений в критических полосах. Для отдельных полос ввести коэффициенты «значимости»:

$$MFOSD = \sum_{m=2}^M \sum_{g=1}^G \beta_g \sum_{n=1}^{N_{b,g}} P_H(f_n, g, N_{seg} m) =$$

$$= \sum_{m=2}^M \sum_{g=1}^G \beta_g \sum_{n=1}^{N_{b,g}} \left( \lg \left( \frac{|Y(f_n, g, N_{seg} m)|}{|Y(f_n, g, N_{seg} (m-1))|} \right) - \lg \left( \frac{|X(f_n, g, N_{seg} m)|}{|X(f_n, g, N_{seg} (m-1))|} \right) \right),$$

где  $P_H(f_n, g, N_{seg} m)$  – функция ощущения спектральной динамики  $g$ -ой критической полосы спектра сегмента  $m$  с длиной  $N_{seg}$ ,  $X(f_n, g, N_{seg} m)$  и  $Y(f_n, g, N_{seg} m)$  –  $g$ -ая критическая полоса спектра сегмента  $m$  с длиной  $N_{seg}$  исходного и декодированного речевого сигнала.

### *Библиографический список*

1. Качество передачи речи и его оценка: Учебное пособие / М. В. Илюшин, В. Т. Дмитриев, О. О. Басов, В. А. Тарусов; под общ. ред. С. Н. Кириллова. – Орел: Академия ФСО России, 2015. – 104 с.
2. В.Т. Дмитриев, Д.С. Константинова Алгоритм комплексной оценки качества речи в канале связи // Вестник РГРТУ. 2016. №56 – С.42-47
3. С.Н. Кириллов, В.Т. Дмитриев, Я.О. Картавенко Алгоритм объективной оценки качества декодированного речевого сигнала на основе изменения спектральной динамики критических полос спектра. РГРТУ 2011 №3(37) С.3-7.
4. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Комплексный алгоритм объективной оценки качества декодированного речевого сигнала при действии акустических помех. // Труды СПИИРАН 2018 №1 – С. 34 -55.

## **АЛГОРИТМЫ ПОРОГОВОЙ ОБРАБОТКИ В ВЕЙВЛЕТ - РАЗЛОЖЕНИИ ДЛЯ СЖАТИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ**

Бу Хоанг Шон

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., д.т.н., доцент

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

Вейвлет-разложение эффективно используется для анализа и сжатия нестационарных сигналов, включая речь [1]. Дискретное вейвлет-преобразование обеспечивает многомасштабное представление сигнала в виде аппроксимационных и детализирующих коэффициентов, что позволяет сосредоточить основную энергию речи в небольшом числе значимых компонентов [2]. Сжатие достигается пороговой обработкой, формирующей разреженное представление сигнала. Выбор пороговой функции и способа задания порога существенно влияет на баланс между степенью сжатия и качеством восстановления, что делает разработку адаптивных алгоритмов пороговой обработки актуальной задачей цифровой обработки речи.

После выполнения дискретного вейвлет-преобразования речевой сигнал представляется в виде коэффициентов на нескольких масштабных уровнях. Основная идея пороговой обработки заключается в том, что коэффициенты, абсолютное значение которых меньше заданного порога, считаются незначимыми и обнуляются. Это позволяет устранить избыточность и сохранить только наиболее информативные компоненты сигнала.

Существует два основных типа пороговой функции: жёсткое пороговое значение, при котором коэффициенты либо полностью сохраняются, либо обнуляются, и мягкое пороговое значение, при котором ненулевые коэффициенты уменьшаются на величину порога. Мягкое пороговое значение снижает артефакты, но может вносить смещение в восстановленный сигнал.

Само значение порога определяется с помощью различных алгоритмов. Наиболее простой подход — универсальный порог. Однако из-за нестационарной природы речевых сигналов такой метод нередко приводит к чрезмерному или, наоборот, недостаточному подавлению вейвлет-коэффициентов. Поэтому на практике всё чаще применяются алгоритмы адаптивной пороговой обработки, при которых значение порога изменяется в зависимости от уровня декомпозиции или локальных статистических характеристик сигнала. К таким алгоритмам относятся:

- уровень-зависимый жёсткий порог, когда для каждого уровня вейвлет-разложения устанавливается своё пороговое значение;
- минимаксный порог, минимизирующий наихудший риск восстановления на заданном классе функций;
- энергетический порог, при котором сохраняются только коэффициенты, обеспечивающие заданный уровень энергии;

Для оценки эффективности различных алгоритмов пороговой обработки проведён эксперимент на выборке 10 речевых сигналов, записанных с частотой дискретизации 8 кГц в соответствии с ГОСТ Р 50840-95. Каждый речевой сигнал подвергался четырёхуровневому дискретному вейвлет-преобразованию с использованием вейвлета Добеши 4 (db4). Коэффициенты разложения обрабатывались выбранным алгоритмом пороговой фильтрации, после чего проходили этапы компрессирования по закону  $\mu$ -law, равномерного квантования и энтропийного кодирования Хаффмана. Восстановление осуществлялось в обратной последовательности: декодирование,

деквантование, декомпандирование, обратное вейвлет-преобразование. Качество сжатия и восстановления оценивалось по следующим метрикам: степень сжатия (CR), среднеквадратичная ошибка (RMSE), пиковое отношение сигнал/шум (PSNR) и интегральный индекс восприятия качества речи VisQOL. Результаты приведены в таблице:

Алгоритмы пороговой обработки	CR	RMSE	PSNR (dB)	VisQOL
универсальный порог	10:1	0,0211	27,85	3,03
уровне-зависимый жёсткий порог	8:1	0,0087	35,58	3,15
минимаксный порог	6:1	0,0033	37,14	3,62
энергетический порог	9:1	0,0192	28,68	3,27

Сравнительный анализ показал, что применение различных алгоритмов пороговой обработки приводит к различному соотношению между степенью сжатия и качеством восстановления речи. Универсальный порог обеспечивает наибольший коэффициент сжатия при умеренном снижении качества, тогда как уровне-зависимый жёсткий порог демонстрирует более сбалансированные показатели PSNR и VisQOL за счёт адаптации к структуре поддиапазонов. Минимаксный порог обеспечивает наименьшую ошибку восстановления и наилучшие значения объективных метрик, однако степень сжатия при этом несколько ниже. Энергетический порог занимает промежуточное положение, обеспечивая приемлемое качество при удовлетворительном уровне компрессии.

Применение пороговой фильтрации вейвлет-коэффициентов представляет собой эффективный метод сжатия речевых сигналов, особенно в условиях ограниченных ресурсов. Эффективность данного метода во многом определяется выбором алгоритма пороговой обработки. Экспериментальные исследования показывают, что адаптивные алгоритмы, формирующие порог с учётом статистических особенностей распределения коэффициентов, позволяют добиться более высокого качества восстановления по сравнению с фиксированными подходами. Это обуславливает их высокую практическую ценность для использования в системах эффективного кодирования речи.

#### *Библиографический список*

1. В.Т. Дмитриев, Е.А. Харланова Алгоритм кодирования речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева и вейвлет-пакетного разложения в системах компьютерной телефонии. Вестник РГРТУ 2010 № 1 (Выпуск 31). С. 98-101.
2. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т., Д.Е. Крысаяев, С.С. Попов Исследование качества передаваемой речевой информации при различном сочетании алгоритмов кодирования источника и канала связи в условиях действия помех. Вестник РГРТУ 2008 № 1 (Выпуск 23). С. 53-56.
3. Андреев В.Г., Дмитриев В.Т. Алгоритм совместной реализации первичного кодека и маскиратора речевых сигналов с возможностью защиты фонограмм от фальсификаций. Вестник РГРТУ. 2023. №84. С.66 -76.

## **РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА УМЕНЬШЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ШУМОВ В КАНАЛЕ СВЯЗИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ**

К.И. Вышенков

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., д.т.н., профессор

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

В современных системах связи особую актуальность приобретает задача обеспечения высокой помехозащищенности речевых сигналов при передаче по каналам с аддитивными шумами. Особый интерес представляет разработка адаптивных алгоритмов подавления шумов, основанных на перспективных математических моделях обработки сигналов.

Для создания эффективного алгоритма шумоподавления необходимо рассмотреть модифицированный алгоритм Хургина-Яковлева для совместной обработки речевого сигнала и его производных [1...4]. Известно, что данный алгоритм демонстрирует высокую эффективность при анализе нестационарных сигналов со сложной спектральной структурой. Поэтому возможно рассмотреть его адаптацию для задач оценки и подавления шумовых компонент в речевом тракте.

В результате экспериментальных исследований установлено, что при обработке зашумленных речевых сигналов алгоритм Хургина-Яковлева позволяет выделить четкие экстремумы в корреляционной функции, расстояние между которыми определяет основные спектральные характеристики полезного сигнала. Для эффективного анализа достаточно сегмента сигнала длительностью 15-20 отсчетов, что обеспечивает возможность работы в реальном времени.

В случае использования комбинированной обработки речевого сигнала и его первой производной наблюдается разделение шумовых и речевых компонент в различных частотных диапазонах. Корреляционная функция при этом демонстрирует многоуровневую структуру с четко выраженными максимумами. Расстояния между глобальными максимумами определяют основные форманты речевого сигнала, в то время как локальные экстремумы характеризуют шумовые составляющие.

Таким образом, на основе анализа корреляционных характеристик возможно построение адаптивного фильтра с динамической подстройкой параметров под изменяющиеся характеристики канала связи.

Для повышения эффективности подавления шумов предложено использовать каскадную обработку на основе модифицированного алгоритма Хургина-Яковлева. При реализации данного подхода осуществляется раздельное кодирование отсчетов речевого сигнала и его производных с последующим синтезом очищенного сигнала. Экспериментально подтверждено, что такая обработка позволяет снизить уровень шумов на 12-15 дБ при сохранении разборчивости речи.

При использовании различных порогов обработки для сигнала и его производных достигается адаптивность алгоритма к изменяющемуся отношению сигнал-шум. Чем более сложная модель оценки шума используется, тем точнее осуществляется фильтрация. Дальнейшее улучшение характеристик достигается за счет применения бланкирования шумовых сегментов с динамическим порогом, определяемым на основе анализа производных высших порядков.

Наиболее перспективным направлением развития алгоритма является использование перемежения обработанных отсчетов сигнала и его производных, что существенно затрудняет анализ и компенсацию алгоритма потенциальным нарушителем. Комбинация адаптивной фильтрации и криптографического перемежения обеспечивает комплексную защиту речевого канала связи от шумовых воздействий и несанкционированного доступа.

Практическая реализация алгоритма демонстрирует устойчивую работу при отношении сигнал-шум до -6 дБ, что подтверждает перспективность использования модифицированного алгоритма Хургина-Яковлева для задач шумоподавления в современных системах связи.

#### *Библиографический список*

1. Дмитриев В.Т., Ву Хоанг Шон Применение трехканальной модификации алгоритма Хургина-Яковлева в алгоритмах первичного кодирования речевых сигналов. // Вестник РГРТУ. 2024. №88. – С.3 -14.

2. В.Т. Дмитриев, Е.А. Харланова Алгоритм кодирования речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева и вейвлет-пакетного разложения в системах компьютерной телефонии. Вестник РГРТУ 2010 № 1 (Выпуск 31) С. 98-101.

3. Дмитриев В.Т., Лантратов С.Ю. Адаптивный алгоритм кодирования на основе кодека CELP и модификации алгоритма Хургина-Яковлева// Вестник РГРТУ. 2024. №88. – С.21 -30

4. Андреев В.Г., Дмитриев В.Т. Алгоритм совместной реализации первичного кодека и маскиратора речевых сигналов с возможностью защиты фонограмм от фальсификаций// Вестник РГРТУ. 2023. №84. – С.66 -76.

### **РАЗРАБОТКА НИЗКОСКОРОСТНОГО АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИКАЦИИ MELPE**

Л.И. Гришин

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., д.т.н., доцент

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

Одной из важнейших задач в теории связи, является решение проблемы экономного кодирования речевых сигналов. Устройства, позволяющие реализовать эффективный алгоритм сжатия исходной речи с последующим синтезом для восстановления сжатого сигнала, называются вокодерами. Наиболее известные из которых CELP, MELP и его модификация MELPe [1,2]. В данной работе сравниваются отличительные особенности методов кодирования, их схемы кодеров и декодеров, качество синтезированной речи трех представленных алгоритмов.

CELP – алгоритм кодирования речевого сигнала на основе линейного предсказания и кодового возбуждения. Относится к кодекам гибридного типа. Этот метод используется в системах кодирования в диапазоне скоростей от 4 до 8 Кбит/с (реже 16 Кбит/с) и позволяет минимизировать вычислительные сложности до величины равной 3 MIPS при сохранении необходимого качества синтезированной речи [3,4,5].

MELP – алгоритм кодирования речевого сигнала на основе линейного предсказания со смешанным возбуждением. Относится к кодекам параметрического



типа [3]. Наличие более низкой скорости передачи равной 2,4 Кбит/с и обеспечение более высокого качества синтезированной речи, по сравнению с CELP, делает возможным разработку низкоскоростного алгоритма. Однако, его модификация позволяет понизить скорость, с сохранением высокого качества синтезированной речи, и улучшить естественность (узнаваемость) речевого сигнала [4,6,8].

MELPe – является улучшенной версией алгоритма MELP, за счет дополнительных функций, обеспечивающие улучшение формантной структуры синтезированной речи и повышение естественности [6]. К тому же имеется три диапазона скорости: 0,6 Кбит/с, 1,2Кбит/с и 2,4 Кбит/с, что позволяет выполнить низкоскоростной алгоритм кодирования речевых сигналов [9]. Однако, вычислительные сложности необходимо задать в размере 50 MIPS, что обеспечит возможность создание кодека с наилучшими характеристиками при незначительно больших затратах.

#### *Библиографический список*

1. Дмитриев В.Т. Адаптация кодека CELP к воздействию акустических помех// Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2021. № 76, - С.25-34.
2. Дмитриев В.Т., Лантратов С.Ю. Адаптивный алгоритм кодирования на основе кодека CELP и модификации алгоритма Хургина-Яковлева// Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2024. №88. – С.21-30
3. Rштуja Jage, Savitha Upadhy: International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering. Implementation of CELP and MELP Speech. Coding Techniques Vol. 5, Issue 6, June 2016 [электронный ресурс]. – режим доступа <https://ijarce.com/upload/2016/june-16/IJARCE%20155.pdf>
4. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т., Д.Е. Крысяев, С.С. Попов Исследование качества передаваемой речевой информации при различном сочетании алгоритмов кодирования источника и канала связи в условиях действия помех. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета 2008 № 1 (Выпуск 23). С. 53-56.
5. Дмитриев В.Т., Смирнов М.С. Исследование помехоустойчивой и защищенной системы передачи речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева. //Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета 2022 №82 – С. 27- 37.
6. National Conference on Information Technology and Computer Science (CITCS 2012). An Improved MELP Algorithm for Transition Frames [электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.atlantis-press.com/article/3182.pdf>
7. Качество передачи речи и его оценка: Учебное пособие / М.В. Илюшин, В. Т. Дмитриев, О. О. Басов, В. А. Тарусов; под общ. ред. С. Н.Кириллова. – Орел: Академия ФСО России, 2015. – 104 с.
8. В.Т. Дмитриев, Д.С. Константинова Алгоритм комплексной оценки качества речи в канале связи // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2016. №56 – С.42-47
9. STANAG 4591 (EDITION1) –THE 600BIT/S, 1200BIT/S AND 2400BIT/S NATO INTEROPERABLE NARROW BAND VOICE CODER. Dated 25 January 2006 (NU) - Ratification Request [электронный ресурс].

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕСТИРОВАНИЯ СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Д.В. Донцов

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

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

В настоящее время, в связи со стремительным темпом роста цифровизации всех сфер человеческой жизни, Современная сетевая инфраструктура являются основой функционирования информационных систем, используемых в бизнесе, промышленности и быту. От характеристик сетевого оборудования напрямую зависят качество и стабильность таких сервисов, как видеоконференции, потоковое вещание и облачные приложения. В условиях роста нагрузок на сетевую инфраструктуру возникает необходимость объективного тестирования характеристик сетевых устройств.

Целью статьи является анализ существующих методов тестирования характеристик сетевого оборудования класса SOHO (Small Office / Home Office) и Enterprise класса.

При проведении тестирования важно учитывать, что требования и условия эксплуатации оборудования SOHO и Enterprise-уровня значительно различаются. В связи с этим набор проверяемых характеристик для каждой категории может отличаться.

К основным тестируемым параметрам оборудования класса SOHO можно отнести:

- пропускную способность локальной сети и сети Wi-Fi.
- задержку при передаче данных по интернет-соединению и разброс данной величины,
- потери пакетов при передаче потокового видео,
- падение производительности при длительной нагрузке из-за перегрева оборудования,
- скорость работы VPN и QoS-функций.

Для промышленного телекоммуникационного оборудования можно рассматривать в качестве тестируемых параметров:

- пропускную способность многопоточных и магистральных соединений,
- задержки, джиттер и SLA-контроль между сегментами сети,
- отказоустойчивость, балансировку и резервирование каналов,
- нагрузочную устойчивость при пиковых потоках и множестве пользователей,
- эффективность QoS, безопасности и шифрования без потери производительности.

К существующим инструментам тестирования характеристик функционирования телекоммуникационного оборудования класса SOHO можно отнести:

- простые утилиты (ping, traceroute, iperf),
- веб-интерфейсы маршрутизаторов, включающие средства для мониторинга трафика,
- приложения для проверки скорости сетевого соединения,
- инструменты для нагрузочного тестирования локальных сетей и сетей Wi-Fi.

Для тестирования промышленного телекоммуникационного оборудования применяются:

- профессиональные платформы мониторинга (PRTG, SolarWinds, Zabbix),

- трафик-генераторы и лабораторные стенды (Spirent, IXIA, Ostinato),
- системы анализа NetFlow/sFlow, SNMP и IPFIX,
- эмуляторы WAN-связей и комплексные тесты отказоустойчивости,

Тестирование сетевого оборудования играет важную роль в обеспечении стабильной работы сетей как домашнего, так и корпоративного уровня.

В целом для тестирования промышленного телекоммуникационного оборудования существует множество инструментов тестирования, которые позволяют решать основные задачи, стоящие перед разработчиком оборудования и администратором сети.

В классе SOHO имеются в основном инструменты начального уровня, причем реализованные программно. Авторы предлагают разработку аппаратного средства тестирования телекоммуникационного оборудования класса SOHO, позволяющего выполнять тестирование не только в лабораторных условиях, но и в условиях эксплуатации в существующей сетевой инфраструктуре.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСЧЁТА АНТЕНН В СРЕДЕ MMANA-GAL С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ GNU OCTAVE**

А.В. Захряпин

Научный руководитель – Аронов Л.В., к.т.н., доцент

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

Программа MMANA-GAL широко применяется для моделирования антенн, представляемых в виде тонкопроволочных структур. Однако её использование требует ручного ввода геометрии каждого проводника, что становится трудоёмким при проектировании сложных антенных, а при необходимости анализа нескольких вариантов конструкции объём работы возрастает многократно.

Для разработки предложено использовать среду GNU Octave для автоматизированного расчёта и генерации геометрии антенны. GNU Octave – это свободная система численных вычислений, ориентированная на работу с векторами и матрицами, что делает её удобной для инженерных расчётов. В отличие от языков программирования общего назначения, таких как C++, Octave предоставляет встроенные функции для математических операций, визуализации и обработки данных без необходимости подключения внешних библиотек.

С помощью Octave можно алгоритмически описать геометрию антенны, задав параметры: длину, шаг, количество витков, диаметр провода. Изменяя их, легко проводить итерационные расчёты и оптимизацию. Пространственная форма антенны визуализируется одной командой, что упрощает контроль корректности модели.

Ключевым этапом является формирование файла проекта MMANA-GAL в формате *.maa*, содержащего данные о проводниках, источниках, нагрузках и параметрах среды. Файл создаётся программно в соответствии со строгой структурой, что исключает ошибки ручного ввода. После сохранения его можно открыть в MMANA-GAL и выполнить расчёт характеристик излучения.

Предложенный подход позволяет значительно сократить время проектирования, повысить точность и обеспечить воспроизводимость результатов, что особенно актуально при исследовании сложных и многопараметрических антенных систем.

*Библиографический список*

1. Баланис, К. А. Теория антенн: анализ и проектирование / К. А. Баланис; пер. с англ. под ред. В. И. Рубана. – 4-е изд. – Москва: Техносфера, 2021. – 1176 с. – Пер. изд.: Antenna Theory: Analysis and Design / C. A. Balanis. – Wiley, 2016.
2. Воскресенский Д.И. Устройтва СВЧ и Антенны. Проектирование фазированных антенных решёток. Учеб. Пособие для вузов / Д.И. Воскресенский, В.И. Степаненко, В.С. Филлипов и др.; под ред. Д.И. Воскресенского. 3-е изд., доп и перераб. – М.: Радиотехника, 2003 – С. 632
3. Гончаренко, И. Г. Антенны КВ и УКВ. Книга 4: Моделирование антенн в MMANA-GAL / И. Г. Гончаренко. – 3-е изд., доп. – Москва: РадиоАматор, 2021. – С. 288

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ПРИЗНАКОВ ВЫБОРОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ**

Д.З. Зьюнг

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

В работе [1] предложено использовать в качестве признаков для распознавания случайных сигналов оценки характеристических функций (ХФ)

$$\varphi(\omega) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e^{j\omega \xi_i}, \quad (1)$$

где  $\xi_i$  –  $i$ -ый отсчет сигнала,  $N$  – число отсчетов.

В [1] приведены результаты распознавания стационарных случайных процессов используя в качестве признаков оценки ХФ. Однако остался открытым вопрос о распознавания стационарных случайных процессов на фоне шума. В докладе приведены результаты моделирования, позволяющие оценить влияния шума на достоверность распознавания случайных сигналов при использовании в качестве признаков выборочных ХФ.

В работе используется следующая текстовая задача. Пусть контрольная выборка имеет вид  $\{\xi_1 + n_1, \xi_2 + n_2, \xi_3 + n_3, \dots, \xi_N + n_N\}$  длиной  $N$  отсчетов. Рассмотрим два случая.

1. Координаты вектора  $\xi = \{\xi_1, \xi_2, \xi_3, \dots, \xi_N\}$  подчиняются экспоненциальному распределению.

2. координаты вектора помехи  $n = \{n_1, n_2, n_3, \dots, n_N\}$  подчиняются либо экспоненциальному, либо нормальному законам распределению.

При моделировании использованы алгоритмы, реализующие критерий максимального правдоподобия [2]. На рисунке 1 (график 1) приведены результаты распознавания экспоненциально распределенных сигналов при использовании в качестве признаков отсчетов сигнала при наличии шума с параметром распределения  $\lambda_{ш} = 10$ . Параметры распознаваемых сигналов следующие:  $\lambda_1 = 1$  и  $\lambda_2 = 2,5$ . На рисунке 2 (график 1) приведены результаты распознавания таких же экспоненциально распределенных сигналов при наличии дискретного шума, распределённого нормально с нулевым математическим ожиданием и дисперсией  $D = 0,1$ .

На рисунках 1 и 2 (графики 2) приведены результаты распознавания при тех же условиях и при использовании в качестве признаков выборочных характеристических функций.

При использовании в качестве признаков отсчетов выборочной характеристической функции использовано решающее правило, реализующее критерий максимального правдоподобия

$$\ln [L(\varphi)] = \sum_{i=1}^N \left[ \left( \frac{(\varphi_{i1} - m_{x_{i1}})^2}{2D_{i1}} \right) + \left( \frac{(\varphi_{i1} - m_{x_{i1}})^2}{2D_{i1}} \right) + \left( - \frac{(\varphi_{i1} - m_{x_{i1}})^2}{2D_{2i}} \right) + \left( - \frac{(\varphi_{i1} - m_{x_{i2}})^2}{2D_{i2}} \right) \right] \approx \sum_{i=1}^N \ln \sqrt{\frac{D_{i1} \cdot D_{i1}}{D_{2i} \cdot D_{i2}}} \quad (2)$$

где  $m_{x_{i1}}, m_{x_{i2}}, D_{i1}, D_{i1}, m_{x_{i2}}, m_{x_{i2}}, D_{i2}, D_{i2}$  – математическое ожидание и дисперсия оценки ХФ мнимой и реальной части первого и второго сигнала.

В докладе приведены результаты моделирования адаптивных алгоритмов при использовании в качестве признаков отсчетов сигнала и отсчетов характеристической функции. При использовании отсчетов сигнала адаптивное решающее правило представлено в виде

$$\ln [L(\xi)] = \prod_{i=1}^N \left[ \frac{\exp(-\lambda_1 \xi_i) - \exp(-\lambda_m \xi_i)}{\exp(-\lambda_2 \xi_i) - \exp(-\lambda_m \xi_i)} \right] \leq \left[ \frac{\lambda_2 (\lambda_m - \lambda_1)}{\lambda_1 (\lambda_m - \lambda_2)} \right]^N \quad (3)$$

Структура адаптивного решающего правила при использовании в качестве признаков отсчетов характеристической функции не изменяется. Будут изменяться лишь его весовые коэффициенты. На рисунках 1 и 2 показаны полученные графики. Графики 3 соответствуют использованию адаптивного алгоритма при распознавании на фоне экспоненциального шума (рисунок 1) и нормального шума (рисунок 2). При получении графиков объем выборки составлял 5000 реализаций.

Использование в качестве признаков выборочных характеристических функций позволяет обеспечить вероятности ошибочного решения, близкие к получаемым при использовании отсчетов сигнала. Структура адаптивного решающего правила не меняется по сравнению с бес помеховой обстановкой. Повышенная вероятность ошибочного решения при использовании алгоритма (2) объясняется неточностью определения весовых коэффициентов. Весовые коэффициенты в работе получены без учета корреляционных связей между оценками характеристической функции при различных значениях ее аргумента.

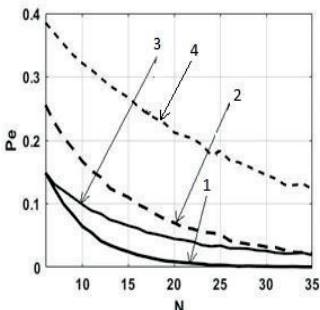


Рисунок 1

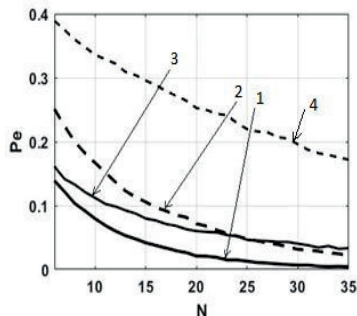


Рисунок 2

*Библиографический список*

1. Паршин В.С. Распознавание случайных сигналов при использовании в качестве признаков выборочных характеристических функций // Цифровая обработка сигналов. - 2019. - № 2.- С. 29-34.
2. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. - М.: Сов. радио, 1974 - 1976, кн. 1-3. - кн.1 - 552 с., кн.2 - 392 с., кн.3 - 288 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ В  
АТМОСФЕРНО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ**

А.А. Каменский

Научный руководитель – Связов А.А., к.т.н., доцент каф. ПЭЛ  
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается технология квантового распределения ключей (КРК), в частности, метод передачи ключей по атмосферно-оптическим линиям связи (АОЛС), а также существующие устройства оптики свободного пространства, реализующие КРК.

Квантовое распределение ключей — это одно из наиболее перспективных направлений в области защиты каналов связи. Данный метод позволяет передавать зашифрованную информацию за счёт формирования между двумя абонентами «квантового ключа». Безопасность коммуникации обеспечивается фундаментальными законами квантовой физики, лежащими в основе этой технологии.

Основным носителем информации в большинстве систем КРК выступают фотоны. В связи с этим широкое распространение получили квантовые сети на базе оптоволоконных линий (ВОЛС). Однако такой способ организации связи имеет ограничения при использовании на больших расстояниях из-за затухания сигнала в оптоволокне. Потери ВОЛС составляют около 0.25 дБ/км, что при длине канала свыше 80 км приводит к значительному снижению вероятности обнаружения фотонных импульсов. Соотношение для определения среднего числа регистрируемых частиц:

$$\bar{n}_s = \bar{n}_{s0} \cdot 10^{-\frac{\alpha_{OF} L_{OF}}{10}}$$

где:  $\bar{n}_{s0}$  — среднее начальное число фотонов в импульсе,  $\alpha_{OF}$  — погонное затухание ВОЛС,  $L_{OF}$  — протяжённость ВОЛС.

Вследствие этого перспективной областью применения КРК становятся атмосферно-оптические и спутниковые линии связи.

В настоящее время, в условиях растущего спроса на высокозащищённые системы с большой пропускной способностью, КРК на основе оптики свободного пространства представляет собой инновационное решение. Множество компаний по всему миру активно работают над реализацией потенциала квантовой передачи данных по атмосферно-оптическим каналам. Примером таких усилий является британский проект AirQKD, изучающий возможность организации квантово-защищённых соединений в масштабах города с помощью АОЛС. В ходе испытаний оборудования FSO-QKD на высоте свыше 135 метров была достигнута скорость счёта фотонов

около 585 тыс. частиц/с при потерях в канале 15.9 дБ, а максимальная скорость передачи ключа составила 84.3 кбит/с.

## **АДАПТИВНАЯ МОДЕЛЬ АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ С БПЛА**

В.В. Киселёв

Научный руководитель – Аронов Л.В.

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

Актуальность работы обусловлена растущими требованиями к пропускной способности и помехоустойчивости каналов связи для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Традиционные радиочастотные системы сталкиваются с ограничениями спектра и воздействием помех, в то время как атмосферная оптическая связь на основе технологии Free-Space Optics (FSO) предлагает высокие скорости передачи данных, но критически зависит от точности взаимного наведения приёмника и передатчика. атмосферных эффектов и взаимного движения объектов.

Целью работы является разработка и верификация адаптивной модели FSO-канала, устойчивой к турбулентности и кинематическим искажениям, для обеспечения связи между движущимися наземными объектами и БПЛА.

Для достижения цели применен комплексный подход, включающий математическое моделирование в MATLAB/Simulink с использованием модифицированной модели турбулентности Gamma-Gamma [1], анализ эффективности LDPC-кодирования (DVB-S2, R=3/4) и аппаратную реализацию прототипа на базе Arduino Uno, лазерного модуля (1550 нм, 20 мВт), лавинного фотодиода Hamamatsu C12702 и MEMS-зеркал.

В результате исследований получены следующие ключевые результаты. Применение LDPC-кодирования обеспечило энергетический выигрыш в 5–7 дБ по отношению сигнал/шум для достижения вероятности битовой ошибки (BER)  $\leq 10^{-6}$  в условиях турбулентности ( $C_n^2 = 5 \times 10^{-14} \text{ м}^{-2/3}$ ) [2]. Комбинация методов компенсации позволила сохранить BER  $\leq 10^{-6}$  при скорости БПЛА до 35 м/с и скорости наземного объекта до 60 км/ч на дистанции 5 км. Определены оптимальные параметры передачи: мощность передатчика 18 мВт и скорость 0,9–1,0 Гбит/с, обеспечивающие энергоэффективность 50 Гбит/дж. Работа прототипа экспериментально подтверждена на дистанции 500 м (BER =  $9,1 \times 10^{-7}$  при 35 м/с) [3].

Теоретически и экспериментально доказана эффективность адаптивной FSO-системы для связи движущихся объектов с БПЛА. Показано, что использование LDPC-кодирования и оптимизации параметров передачи позволяет компенсировать влияние турбулентности и взаимного движения. Результаты работы применимы для построения высокоскоростных и надежных систем мониторинга и связи на базе БПЛА.

### *Библиографический список*

1. Andrews L.C., Phillips R.L. Laser Beam Propagation through Random Media. – 2nd ed. – Bellingham: SPIE Press, 2005. – 792 p.

2. Сидоров А.В., Петрова И.М. Применение LDPC-кодов в беспроводных оптических системах // Электросвязь. – 2022. – № 11. – С. 28–34.

3. Козлов С.И., Никитин А.В. Система лазерной связи с адаптивной компенсацией турбулентности для БПЛА // Патент RU 2756899C1. – 2021. – Оpubл. 15.10.2021.

## **РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО ПЕРВИЧНОГО КОДЕКА ДЛЯ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ**

К.Э. Лебедев

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., д.т.н., доцент

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

Современные спутниковые системы связи требуют высококачественной передачи речевых сигналов при ограниченной пропускной способности и значительной задержке распространения. Для обеспечения устойчивой и эффективной связи необходимы адаптивные первичные кодеки, способные поддерживать баланс между качеством речи, помехоустойчивостью и скоростью передачи данных.

В работе проведён анализ стандартов кодирования речи CELP, MELP и Codec2, ориентированных на низкий битрейт и ограниченные ресурсы канала. Каждый из стандартов имеет свои особенности и область применения.

Стандарт CELP (Code Excited Linear Prediction) основан на линейном предсказании и обеспечивает высокое качество речи при умеренных скоростях передачи (2,4–4,8 кбит/с). Он широко применяется в мобильных и VoIP-системах. Основные преимущества CELP — высокая степень сжатия и устойчивость к помехам, однако высокая вычислительная сложность ограничивает его использование во встроенных системах [1...4].

Стандарт MELP (Mixed Excitation Linear Prediction) использует модель смешанного возбуждения, что позволяет повысить естественность и разборчивость речи при низких скоростях передачи (0,6–2,4 кбит/с). MELP демонстрирует высокую устойчивость к шумам и потерям пакетов, однако требует значительных вычислительных ресурсов.

Codec2 представляет собой открытый стандарт низкоскоростного кодирования речи (0,7–3,2 кбит/с), основанный на гармоническом синусоидальном моделировании. Он обеспечивает приемлемое качество речи при минимальных вычислительных затратах. Недостатком является ухудшение естественности звучания при экстремально низком битрейте [5...8].

Таблица 1 – Сравнение стандартов CELP, MELP, Codec2

Стандарт	Битрейт, кбит/с	Задержка кодирования, мс	Частотный диапазон, кГц	Качество синтезированной речи, MOS	Размер кадра, мс
CELP	2,4 – 4,8	10 – 30	0,3 – 3,4	3,5 – 4,2	20 – 30
MELP	0,6 – 2,4	25 – 30	0,1 – 3,8	3,2 – 3,9	22,5
Codec2	0,7 – 3,2	5 – 20	0,3 – 3,0	3,0 – 3,7	10 – 30



Результаты анализа показывают, что для спутниковых систем целесообразно применение адаптивного подхода, при котором кодек способен динамически изменять параметры кодирования в зависимости от состояния канала.

Таким образом, адаптивный кодек на основе принципов CELP, MELP и Codec2 способен обеспечить эффективную передачу речи в спутниковых системах при минимальной задержке и высокой устойчивости к помехам, что делает его перспективным направлением развития современных систем связи.

#### *Библиографический список*

1. Кириллов С. Н., Дмитриев В. Т., Крысяев Д.Е., Попов С. С. Исследование качества передаваемой речевой информации при различном сочетании алгоритмов кодирования источника и канала связи в условиях действия помех// Вестник РГТУ. 2008. № 1 (Выпуск 23) – С. 53–56.
2. Дмитриев В.Т., Лантратов С.Ю. Адаптивный алгоритм кодирования на основе кода CELP и модификации алгоритма Хургина-Яковлева// Вестник РГТУ. 2024. №88. – С.21 -30
3. Kirillov S.N., Dmitriev V.T. Adaptive Primary Speech Signals Codecs for Software-Configured Radio Systems// 2020 1st International Conference Problems of Informatics, Electronics, and Radio Engineering (PIERE) | 978-1-7281-8990-1/20/00 ©2020 IEEE | DOI: 10.1109/PIERE51041.2020.9314648 IEEE Catalog Number: CFP20Y62-ART ISBN: 978-1-7281-8990-1 –С. 32-38.
4. В.Т. Дмитриев, Е.А. Харланова Алгоритм кодирования речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева и вейвлет-пакетного разложения в системах компьютерной телефонии. Вестник РГТУ 2010 № 1 (Выпуск 31) С. 98-101.
5. Скитер В. И., Долматов В. В. Кодирование речевых сигналов с использованием метода линейного предсказания // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. 2012. № 4. С. 45–52.
6. Багчин А., Митра С. К. Исследование характеристик узкополосных речевых кодеков для беспроводных коммуникаций // Journal of Communications. 2020. Т. 15. № 3. С. 202–211.
7. Марков А. И., Беспалов С. Л. Разработка и анализ низкоскоростного кода Codec2 для радиосвязи // Известия РАН. Теория и системы управления. 2019. № 5. С. 89–97.
8. Saini M., Kumar V., Kalra M. Performance Analysis of Low Bit Rate Speech Codec using Wavelet Packet Transform and Gaussian Mixture Model // Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. 2021. Т. 12. № 4. С. 3221–3234.

### **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РЕЧЕВОЙ ПОДПИСИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА СМЕНЫ ПЛОСКОСТЕЙ**

Д.М. Меньшиков

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., д.т.н., доцент

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

Одними из наиболее перспективных направлений защиты речевой информации в правоохранительных системах от несанкционированного доступа являются методы

речевой подписи и стеганографии позволяющие использовать речевой сигнал для идентификации авторства документа и скрытия дополнительной информации.

Рассмотрим применение алгоритма Хургина-Яковлева [1...4] в системах речевой подписи. При использовании алгоритма Хургина-Яковлева возможно осуществить переход от двух одномерных функций прореженного сигнала  $A(n)$  и прореженной производной к матрице, представляющей собой зависимость номера отсчета в блоке от амплитуды соответствующего прореженного сигнала и его прореженной производной (или амплитуды их спектральных отсчетов). В результате, речевой сигнал или его спектр можно представить в виде матрицы.

На практике оперировать матрицей отсчетов сигнала и производной во временной области нежелательно, поскольку это требует передачи самого РС, поэтому предлагается использовать в алгоритмах речевой подписи спектральных отсчетов, что приводит к представлению речевых сигналов в виде:  $n(S_c^s, S_n^s)$ .

Использование данной матрицы в системах речевой подписи позволяет перейти к новому представлению, позволяющему сократить избыточность, повысить степень маскирования и идентификации за счет использования динамических признаков. Кроме того применение матрицы  $n(S_c^s, S_n^s)$  увеличивает количество возможных ключей расшифровки [4].

#### *Библиографический список*

1. Хургин Я.И., Яковлев В.П. Методы теории целых функций в радиофизике, теории связи и оптике. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. 220с.
2. Дмитриев В.Т., Ву Хоанг Шон Применение трехканальной модификации алгоритма Хургина-Яковлева в алгоритмах первичного кодирования речевых сигналов. // Вестник РГРТУ. 2024. №88. – С.3 -14.
3. В.Т. Дмитриев, Д.И. Лукьянов Алгоритм маскирования на основе представления Хургина-Яковлева с использованием производных второго и третьего порядков. Вестник РГРТУ 2012 №4. –С.13-17.
4. Дмитриев В.Т., Смирнов М.С. Исследование помехоустойчивой и защищенной системы передачи речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева.//Вестник РГРТУ 2022 №82 – С. 27- 37.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА МОДУЛЯЦИИ**

П.С. Мещанинов

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

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

Прогресс в области цифровых систем передачи информации стал ключевым элементом в мировом развитии телекоммуникаций. Сегодня цифровые системы интегрированы в повседневную жизнь миллионов людей, и трудно представить современную действительность без мобильной связи, спутников, интернета, цифрового телевидения и прочих технологий. Ограниченность спектра частот, усложнение помеховой обстановки [1, 2] и увеличение скорости передачи данных

через каналы связи стали факторами, которые необходимо сочетать с достоверностью передачи информации. Однако с развитием телекоммуникаций проблема только усугубляется, т.к. появляется всё больше источников излучения [3].

Возможны ситуации, что в некотором диапазоне имеется помеха, представляющая из себя сигнал другого источника и необходимо определить её тип модуляции, т.к. в [3] было выяснено, что при равной энергетике чем больше позиционность модуляции структурной помехи, тем сильнее её деструктивное влияние.

Одним из подходов является определение метрик сигнала, к которым можно отнести моменты и кумулянты высших порядков, пик-фактор, коэффициент амплитуды, статистики фазы и радиального распределения [4]. Другим подходом является использование нейросети. При этом не нужно вычисление параметров на некотором наборе отсчётов сигнала, а достаточно лишь одного комплексного отсчёта сигнала для вынесения решения.

Для использования необходимо провести обучение нейросети на выборке из сигналов различных цифровых модуляций при воздействии АБГШ. Отношение  $E_b/N_0$  в процессе обучения также задаётся некоторым набором значений.

В данном случае рассматривается воздействие АБГШ с отшением  $E_b/N_0$  в пределах от -5 до 30 дБ для модуляций BPSK, QPSK, 16-PSK, 64-PSK, 16-QAM, 64-QAM, 128-QAM, 16-APSK, 64-APSK, 128-APSK. Не исследовались модуляции, для которых значение  $E_b/N_0$  превышает 30 дБ для обеспечения вероятности битовой ошибки  $10^{-4} \dots 10^{-5}$ .

Процесс обучения и матрица ошибок, построенная на обучающей выборке представлены на рисунке 1.

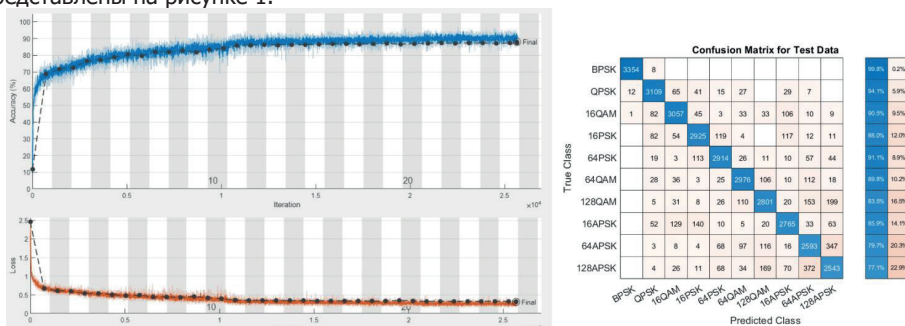


Рисунок 1 – Зависимость точности определения и функции потерь от количества пройденных итераций (слева) и гистограмма ошибок нейросети для проверочной выборки (справа)

Как можно увидеть, точность определения примерно равна 90%. При увеличении объема обучающей выборки и дальнейшем обучении можно достичь точности, близкой к 100%. В данном случае ограничением выступала вычислительная мощность.

#### Библиографический список

1. Лисничук А.А., Кириллов С.Н. Анализ характеристик когнитивных радиосистем передачи информации при адаптации к действию узкополосных помех на основе синтезированных четырехпозиционных радиосигналов // Вестник Рязанского

государственного радиотехнического университета. 2018. № 66-1. С. 3-8. DOI: 10.21667/1995-4565-2018-66-4-1-3-8

2. Кириллов С.Н., Лисничук А.А. Многокритериальный синтез сигнально-кодовых конструкций на основе зависимых сигналов для адаптации радиосистем передачи информации к действию узкополосных помех // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2017. № 4. С. 3-12.

3. Лисничук А.А., Мещанинов П.С. Алгоритм многокритериального выбора вида модуляции для адаптации радиосистем передачи информации к действию структурной помехи // // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2025. № 91. С. 13-23

4. Кендалл, М. Г., Стюарт, А. Продвинутая теория статистики, том 1 (3-е издание), раздел 3.12. 1969. Гриффин, Лондон.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТРОПОСФЕРНОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ**

Е.О. Михайлина

Научный руководитель – Езерский В.В., д.т.н., профессор

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

В настоящее время активно развивается направление, связанное с распространением радиоволн в тропосфере. Этому поспособствует внедрение новых систем связи и разработка методов усовершенствования алгоритмов приема сигнала. Под новыми системами связи понимается создание малогабаритных станций тропосферной связи. Примером таких станций, служит цифровая малогабаритная станция тропосферной связи гражданского назначения "Гроза – 1,5".



Рисунок 1 – Цифровая малогабаритная станция тропосферной связи "Гроза – 1,5"

Данная станция работает в диапазоне рабочих частот от 4 ГГц до 5 ГГц. Скорость передачи данных в цифровом формате составляет до 25 Мбит/сек в режиме тропосферной связи и до 155 Мбит/с в режиме радиорелейной связи [1]. Механическая прочность станции обеспечивается при скорости ветра до 25 м/с.

Принцип работы станции заключается в следующем: две антенны разносят друг от друга на расстояние в сотни километров, и за счёт отражения радиосигнала от нижнего слоя атмосферы они соединяются друг с другом. Тропосферная линия связи выполнена с применением частотного разнесения. За счет того, что присутствует шумоподобный сигнал, станция не оказывает влияния на работу размещенного вблизи радиоэлектронного оборудования.

Диаграмма направленности достаточно узкая, составляет  $2,8-3,4^\circ$ , что позволяет максимально сократить требуемую в местах размещения станций санитарную зону. «Гроза-1.5» оснащена современным модемным оборудованием. Применяется модуляция SR-FQPSK, эта модуляция характеризуется наличием постоянной огибающей сигнала, которая позволяет работать с усилителями в нелинейном режиме и обеспечивать высокий коэффициент полезного действия на передачу.

Приемный тракт оснащен итеративным эквалайзером, реализованным на базе нейронной сети, который предназначен для компенсации эффектов многолучевого распространения радиоволн в нестационарном тропосферном радиоканале. Эквалайзер достигает высокой энергетической эффективности близкой к теоретическому пределу Шеннона.

Модем создан таким образом, чтобы схемы восстановления несущей и тактовой частоты могли работать корректно при уровне шума, соответствующем отношению сигнал/шум 26 дБ. В этих схемах не используются рубидиевые стандарты частоты или спутниковая синхронизация, что упрощает их реализацию [1].

Преимуществом станции тропосферной связи является её стоимость: по сравнению с спутниковой связью, тропосферная обходится дешевле. Малогабаритная станция используется в отдаленных районах страны, где отсутствует прямая видимость сигнала. Первые серийные образцы были применены на севере Красноярского края.

#### *Библиографический список*

1. Ростех начал поставки модернизированных станций тропосферной связи «Гроза» // <https://rostec.ru> URL: <https://rostec.ru/media/pressrelease/rostekh-nachal-postavki-modernizirovannykh-stantsiy-troposfernoy-svyazi-groza-/#middle> (дата обращения: 25.10.2025).

2. Запуск в производство станций тропосферной связи «Гроза» // <https://krtz.su> URL: <https://krtz.su/node/599> (дата обращения: 25.10.2025).

## **МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ И ВАЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТНОЙ ИМИТАЦИИ СИГНАЛОВ**

В.М. Роженцов

Научный руководитель – Ахметшина Э.Г., к.т.н., доцент

**Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики**

**Актуальность.** Современные навигационные приложения стали неотъемлемым компонентом в логистике, телематике и системах «умного» города. Их надежная работа требует использования повторяемых и полностью контролируемых методов тестирования. Применение реального сигнала GNSS для этой цели непригодно, так

как он не позволяет воспроизводить строго заданные маршруты и специфические условия, такие как мультипутинг, эффект «городских каньонов» и помехи. Таким образом, актуальной задачей является внедрение методов аппаратной имитации навигационных сигналов, позволяющих проводить всестороннюю верификацию в лабораторных условиях.

**Проблемы тестирования навигационных систем.** Ключевая проблема заключается в комплексности навигационного стека, который включает не только программные алгоритмы обработки данных, но и критически важные аппаратные компоненты: ВЧ-тракт, гетеродины, фильтры и АЦП. Стандартная программная эмуляция на уровне данных (например, поток NMEA) проверяет исключительно логику приложения, полностью игнорируя физический уровень. Именно на физическом уровне возникают такие проблемы, как:

- Нелинейные искажения в усилителе низкой частоты.
- Влияние фазового шума гетеродина на стабильность сигнала.
- Чувствительность аналого-цифрового преобразователя к помехам.

Для комплексной проверки всей системы необходим сигнал, идентичный реальному по всем физическим параметрам: несущая частота, модуляция, уровень мощности и доплеровское смещение.

**Методы имитации и необходимость аппаратной проверки.** Проведенный анализ позволил выделить два принципиально различных подхода к имитации GNSS-сигналов:

1. **Программная эмуляция.** Моделирование на уровне данных (например, поток NMEA). Этот подход подходит для первичной отладки логики приложения, но полностью игнорирует работу радиотракта.

2. **Аппаратная имитация.** Генерация реального радиосигнала, поступающего непосредственно на антенный вход устройства. Именно этот метод обеспечивает наиболее полные условия, идентичные реальным, и позволяет проверить систему целиком — от антенны до алгоритмов позиционирования. Для его реализации применяются как специализированные GNSS-генераторы, так и гибкие SDR-платформы (HackRF One, USRP).

**Реализация лабораторного макета на базе SDR.** В качестве аппаратной платформы для апробации метода был выбран SDR-передатчик HackRF One, обеспечивающий полосу пропускания до 20 МГц. Для генерации цифрового IQ-сигнала использовалось специализированное ПО `gps-sdr-sim` [2], которое на основе актуальных эфемерид (формат RINEX) и пользовательского файла траектории формирует точную модель сигнала с учетом доплеровских смещений. Сценарий движения автомобиля в городских условиях длительностью 15 минут был подготовлен в формате NMEA. Цифровой поток передавался на HackRF One, который выполнял его преобразование в радиосигнал на стандартной для GPS частоте  $L1 = 1575.42$  МГц. Разработанный лабораторный макет успешно обеспечивал прием и корректную обработку имитированного сигнала тестируемым навигационным приложением на смартфоне.

**Результаты испытаний.** В ходе испытаний были зафиксированы следующие количественные и качественные результаты:

- **Точность позиционирования:** Среднеквадратическое отклонение (СКО) определенной устройством позиции от заданного трека составило 1,8 м.
- **Время первого фиксации (TTFF):** Время холодного старта навигационного приемника не превышало 45 секунд.

- **Устойчивость в сложных условиях:** Зафиксирована корректная обработка сценария «городского каньона» с кратковременными потерями сигнала и их последующим восстановлением.

Данный подход позволяет выявлять скрытые ошибки в логике работы приложения, возникающие при сбоях и повторной инициализации навигационного приемника, что невозможно достоверно воспроизвести с помощью программной эмуляции и крайне затратно — в полевых условиях.

**Заключение.** Из Проведенное исследование и реализации лабораторного макета мы можем сделать вывод что для достоверного и всестороннего тестирования навигационных приложений необходима аппаратная верификация навигационной системы устройства. SDR приемники, а также специализированные генераторы сигналов, являются практичным и эффективным инструментом для реализации этого принципа, позволяя моделировать сложные, повторяемые и управляемые сценарии в лабораторных условиях, что значительно повышает надежность и качество проводимых испытаний и навигационных приложений.

#### *Библиографический список*

1. Jean-Marie Zogg GPS locate, communicate, accelerate Essentials of Satellite Navigation Compedium/ u-blox,2009. -175 с.

2. gps-sdr-sim документация,инструкция использования. [Электронный ресурс] <https://github.com/osqzss/gps-sdr-sim> (дата обращения: 20.10.2025)

## **РЕАЛИЗАЦИЯ СПУТНИКОВОГО ИНТЕРНЕТА РАЗНЕСЕННЫЙ ПРИЕМ В РРЛ**

К.А. Сафарова

Научный руководитель – Корнеев В.А., к.т.н., доцент, доцент каф. РУС

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

Современные технологии спутниковой связи становятся неотъемлемой частью инфраструктуры связи во всем мире. Однако передача данных через спутник сопряжена с рядом проблем, включая высокие задержки, влияние атмосферных явлений и многолучевые помехи. Одним из перспективных методов повышения устойчивости и качества связи является разнесенный прием в радиорелейных линиях (РРЛ), который снижает вероятность ошибок и повышает эффективность передачи данных.

Разнесенный прием основан на использовании нескольких пространственно разнесенных приемных антенн для приема одного и того же сигнала. Этот метод позволяет минимизировать влияние интерференции и других помех, возникающих при передаче данных [1]. Выделяют три основных типа разнесенного приема: пространственное, частотное и поляризационное. Каждый из них обладает уникальными преимуществами и применяется в зависимости от условий эксплуатации.

Использование разнесенного приема в спутниковых системах связи позволяет значительно повысить надежность передачи данных, снизить уровень ошибок, а также повысить устойчивость к неблагоприятным метеоусловиям. Кроме того, данный метод способствует более эффективному использованию частотного спектра и снижению нагрузки на спутниковую инфраструктуру.

Несмотря на значительные преимущества, разнесенный прием требует сложной синхронизации приемных точек, что увеличивает затраты на оборудование и вычислительные мощности [2]. Также необходимо учитывать особенности многолучевого распространения сигнала и адаптировать алгоритмы обработки данных к изменяющимся условиям передачи.

В будущем ожидается дальнейшее развитие разнесенного приема за счет внедрения адаптивных алгоритмов обработки сигналов, интеграции с сетями 5G и использования искусственного интеллекта для автоматического регулирования параметров приема. Современные исследования также рассматривают возможность применения квантовых коммуникационных технологий, что позволит еще больше повысить устойчивость и безопасность передачи данных.

Разнесенный прием в РРЛ представляет собой перспективный инструмент для улучшения качества спутникового интернета [3]. Его внедрение позволит повысить стабильность связи, минимизировать влияние внешних факторов и обеспечить более надежную передачу данных. Несмотря на существующие технические вызовы, дальнейшее развитие данной технологии обещает значительное улучшение работы спутниковых систем связи.

#### *Библиографический список*

1. Васильев, П.А. Основы радиорелейных линий связи. – М.: Техносфера, 2020. – 320 с.
2. Иванов, К.С. Спутниковые системы связи: теория и практика. – СПб.: Питер, 2019. – 280 с.
3. Kuznetsov, A. Satellite Internet Technologies and Applications. – Springer, 2021. – 350 p.

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ АДАПТИВНОЙ МОДУЛЯЦИИ В OFDM-СИСТЕМЕ**

Н.О. Селин

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

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

Адаптивная модуляция является критическим инструментом повышения спектральной эффективности современных беспроводных систем [1]. Особую актуальность проблема выбора оптимальной схемы модуляции приобретает в OFDM-системах, где необходимо учитывать специфические потери, связанные со структурой сигнала [2]. Целью работы является сравнительная оценка алгоритмов адаптивной модуляции с учётом потерь OFDM-структуры в контролируемых условиях.

Моделирование выполнено для OFDM-системы с 1024 поднесущими и циклическим префиксом 25%. Исследовались схемы модуляции QAM-4, QAM-16 и QAM-64 в диапазоне Eb/No 0-25 dB в канале AWGN. Учтены потери мощности циклического префикса и неиспользуемых поднесущих, составляющие суммарно 2.1-2.5 dB. Сравнивались четыре алгоритма: классический пороговый метод с фиксированными порогами [3], интеллектуальный селектор с прогнозированием SNR на основе истории измерений, метод с адаптивными порогами [4], настраивающимися по среднему BER, и селектор на основе нечёткой логики с функциями принадлежности



для SNR и BER. Для верификации результатов использовались теоретические зависимости BER для QAM в AWGN [5].

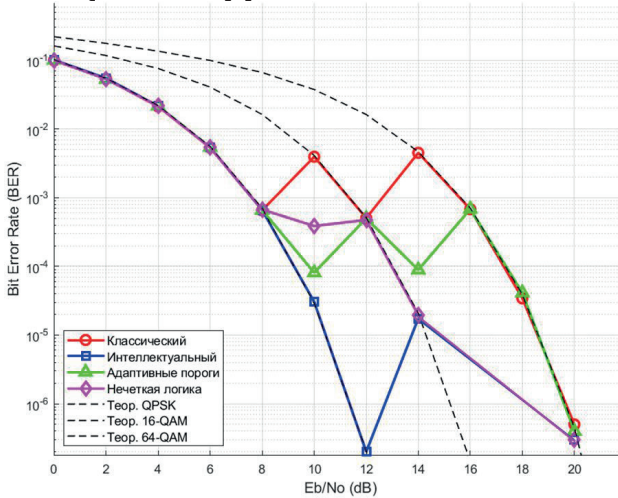


Рисунок 1 – Зависимость BER от  $E_b/N_0$  для алгоритмов адаптивной модуляции

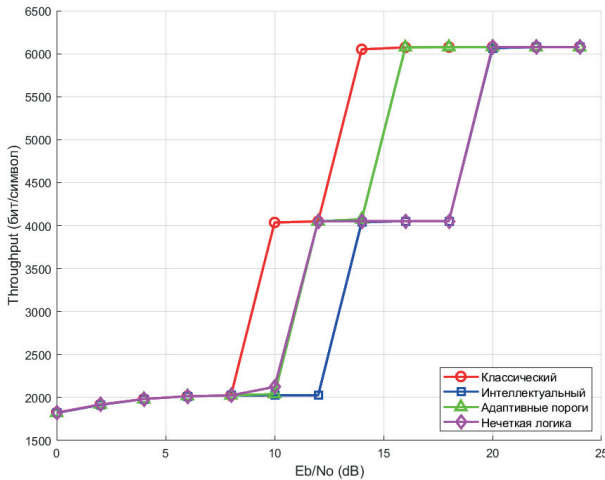


Рисунок 2 – Зависимость пропускной способности от  $E_b/N_0$

Анализ результатов показывает значительные различия между алгоритмами в переходном диапазоне  $E_b/N_0$  8-16 dB. Классический пороговый метод демонстрирует всплески BER при переключениях модуляции, в то время как интеллектуальный селектор обеспечивает плавное снижение BER за счёт прогнозирования и гистерезиса. Нечёткая логика показывает наиболее стабильное поведение благодаря учёту неопределённости измерений. В области высоких  $E_b/N_0$  все алгоритмы

сходятся к низким значениям BER и высоким показателям пропускной способности. Интеллектуальный селектор демонстрирует превосходство по критерию throughput/BER, достигая улучшения на 25-40% в переходной зоне по сравнению с классическим подходом. Адаптивные пороги показывают хорошую эффективность в условиях изменяющегося канала, автоматически подстраивая пороги переключения по наблюдаемому BER.

Проведённое исследование показало, что интеллектуальный селектор с прогнозированием SNR обеспечивает наилучший баланс между BER и пропускной способностью в OFDM-системах. Алгоритм с адаптивными порогами эффективен в условиях нестационарного канала, а нечёткая логика обеспечивает робастность и интерпретируемость решений. Учёт потерь OFDM-структуры является критически важным для практической реализации адаптивной модуляции. Перспективным направлением является исследование данных алгоритмов в условиях реальных каналов с замираниями.

#### *Библиографический список*

1. Khan R., Smith J., Chen L. Optimizing adaptive modulation technique using standard parameters // Scientific Reports. 2025. Vol. 15. P. 123-145.
2. Журавлёв А. П., Рюшин К. Ю. Параметры модуляции современных систем связи // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2023. Т. 17. № 7. С. 13-20.
3. Qiu Y., Wang H., Zhang T. Evaluation of Reinforcement Learning-Based Adaptive Modulation // Springer Communications in Computer and Information Science. 2025. Vol. 1854. P. 45-62.
4. Cui X., Li M., Zhou W. Deep reinforcement learning-based adaptive modulation for wireless networks // EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking. 2023. Vol. 2023. P. 1-15.
5. Сергиенко А. Б. Гибко конфигурируемый модульный нейросетевой комплекс для обработки сигналов в системах связи // Электротехника и электроэнергетика. 2025. № 3. С. 25-34.

## **МАКЕТ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Е.А. Сердюков

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

В настоящее время волоконно-оптические линии передачи (ВОЛП) находят всё большее применение, как в гражданских, так и в военных целях. Так, на основе ВОЛП строятся высокоскоростные линии передачи данных различного уровня сложности – от межконтинентальных магистралей до локальных и домашних компьютерных сетей. Кроме того, сейчас активно развиваются оптоволоконные системы управления и связи с беспилотными аппаратами воздушного и наземного типа [1].

Растущий спрос на ВОЛП и увеличение количества областей применения технологии, приводит к необходимости упрощения проектирования таких систем, например с помощью использования готовых отдельных составных частей (модулей) и блоков.

В более ранних работах были подробно рассмотрены модели преобразователей логических уровней (ПЛУ) в среде Micro-Cap [2], а также принципиальные электрические схемы приёмной и передающей части макета [3].

Целью данной работы является сборка лабораторного макета ВОЛП и проверка его на предмет работоспособности.

Структурная схема макета ВОЛП изображённая на рисунке 1 состоит из 9 блоков:

- 1 – генератор сигналов специальной формы ПрофКИП Г6-36М;
- 2 – ПЛУ из стандарта НВТТЛ в НВПЭСЛ;
- 3 – передающий оптический модуль ПОМ-155-3-s-ip-FC-L-1;
- 4, 6 – оптическое волокно;
- 5 – коммутатор для оптического волокна;
- 7 – приёмный оптический модуль ПРОМ-155-3-s-ip-FC-L-1;
- 8 – ПЛУ из стандарта НВПЭСЛ в НВТТЛ;
- 9 – осциллограф АКИП-4122/2.

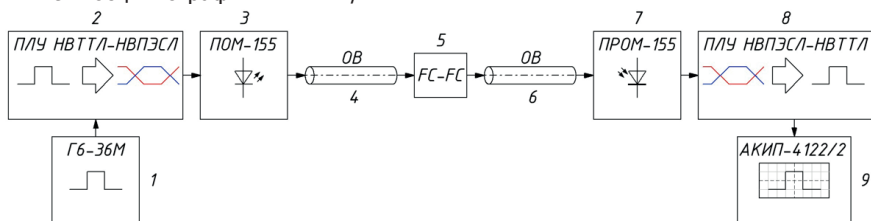


Рисунок 1 – Структурная схема макета ВОЛП

В ходе испытаний лабораторного макета были переданы тестовые сигналы с генератора прямоугольных импульсов, которые были успешно приняты и отображены на экране осциллографа (рисунок 2). Также был исследован спектральный состав излучения инфракрасного лазерного диода входящего в состав передающего оптического модуля ПОМ-155 (рисунок 3).

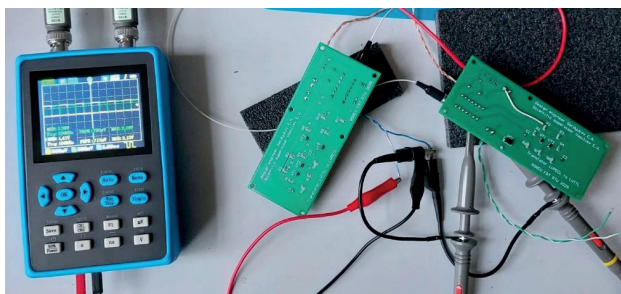


Рисунок 2 – Проверка работоспособности макета ВОЛП

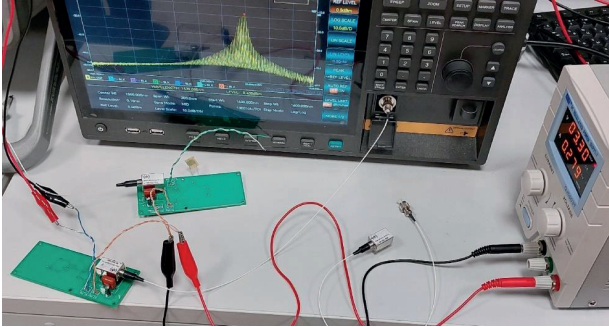


Рисунок 3 – Исследование спектра излучения передающего модуля ПОМ-155

#### *Библиографический список*

1. Сердюков Е. А., Тереханов А. А., Паршин А. Ю. Система оптической связи с беспилотными аппаратами. С. 119-126 // Материалы IX Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы современной науки и производства». – Рязань: РГРТУ, 2024 – 686 с.
2. Сердюков Е. А., Васильев Е. В. Разработка трансляторов логических уровней для приёмного и передающего оптических модулей. С. 159-161 // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых учёных и специалистов. ИП Коняхин А. В., 2024 - 208 с.
3. Сердюков Е. А. Разработка макета приёмного и передающего устройств с оптическим каналом связи. С. 153-158 // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2025 [текст]: сб. тр. VIII междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.1./ под общ. ред. О. В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2025.

### **ВЛИЯНИЕ КВАНТОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ MISO С УКОРОЧЕННОЙ ПЕРЕДАЮЩЕЙ АНТЕННОЙ**

А.А. Титов

Научный руководитель – Паршин Ю.Н., д.т.н., профессор  
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
 радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данной работе исследуется влияние применения квантования к наблюдаемому сигналу на приемной стороне, а также к канальной матрице, имитируя ограничения аналого-цифрового преобразователя (АЦП) [1] с разрядностью изменяющейся от 2 до 14 бит на производительность системы MISO с укороченной передающей антенной [2]. Для моделирования такой системы была разработана компьютерная модель в среде MATLAB на основе предложенной в работе [3], где подробно описаны схема пространственно-временного блочного кодирования Аламути [4], а также прочие технические детали реализации данной MISO системы. В модели применяется равномерное квантование действительной и мнимой частей комплексного сигнала с заданной апертурой аналого-цифрового преобразователя, а

также квантование канала. При этом, апертура АЦП согласована с максимальной амплитудой принимаемого сигнала [1], которая рассчитывается на основе тестового блока данных, как минимум между абсолютным максимумом амплитуд реальной и мнимой частей наблюдаемых на приемной стороне сигналов и тремя стандартными отклонениями  $3\sigma$  этих амплитуд, что защищает от выбросов и обеспечивает статистическую надежность результатов моделирования. Аналогично реализовано и для квантования канальной матрицы.

Разработанная модель включает три ключевых сценария. Первый сценарий – без квантования, что соответствует разрядности используемого компьютера и считается эталонным. Второй сценарий – канальная матрица считается точно известной на приемной стороне, а квантование применяется исключительно к принятому сигналу. Третий сценарий, напротив, предполагает квантование как принятого сигнала, так и канальной матрицы, что позволяет более точно отразить влияние шумов квантования и ограничений АЦП на общую производительность системы. Производительность исследуемой системы оценивается на основе вероятности битовой ошибки  $P_{\text{ош}}$  [1].

При анализе производительности MISO системы с укороченной передающей антенной наблюдается закономерная зависимость вероятности битовой ошибки от коэффициента усиления укороченной передающей антенны, отношения сигнал-шум  $q$  и разрядности АЦП  $N_{\text{bits}}$ . С уменьшением коэффициента усиления укороченной антенны общий уровень вероятности битовой ошибки увеличивается из-за ослабления мощности полезного сигнала на входе приемника, при этом разница в вероятностях битовой ошибки между небольшими и большими разрядностями АЦП уменьшается.

С ростом отношения сигнал-шум вероятность битовой ошибки  $P_{\text{ош кк}}$  для квантованных сигнала и канала уменьшается, поскольку полезный сигнал начинает доминировать над шумами. При низком отношении сигнал-шум  $P_{\text{ош кк}}$  близка к эталонной вероятности  $P_{\text{ош}}$ , однако с увеличением  $q$  она отклоняется относительно эталонного значения в сторону увеличения. Для низких разрядностей АЦП  $N_{\text{bits}} = 2 - 4$  бит превышение эталонной вероятности начинается при меньших значениях  $q$ , чем для более высоких разрядностей, где это отклонение проявляется лишь при больших значениях  $q$ .

Полученные зависимости также демонстрируют, что квантование только сигнала приводит к меньшей  $P_{\text{ош кк}}$ , чем квантование сигнала и канала одновременно, для всех разрядностей и значений коэффициента усиления укороченной передающей антенны, так как искажения в оценке канала добавляют систематические ошибки декодирования.

Усредненные по коэффициенту усиления укороченной передающей антенны зависимости вероятности битовой ошибки от отношения сигнал-шум иллюстрируют, что для разрядности АЦП  $N_{\text{bits}} = 2 - 4$  бит  $P_{\text{ош кк}}$  выше эталонной  $P_{\text{ош}}$ , в то время как для более высоких разрядностей она приблизительно совпадает с эталонной. Это указывает на минимальный порог разрядности, необходимый для достижения производительности, сопоставимой с эталонной в MISO системе с укороченной передающей антенной.

Для достижения заданной вероятности битовой ошибки  $P_{\text{ош}} = 5 \cdot 10^{-3}$  в эталонном случае при коэффициенте усиления укороченной передающей антенны равном 0 дБ

требуется отношение сигнал-шум  $q \approx 15$  дБ. При квантовании только сигнала это значение составляет  $q \approx 15,3$  дБ для разрядности АЦП  $N_{bits} = 5 - 6$  бит, в то время как при одновременном квантовании сигнала и канала оно увеличивается до  $q \approx 15,6$  дБ для той же разрядности. Таким образом, уже при относительно низкой разрядности  $N_{bits} = 5 - 6$  бит достигается производительность, близкая к эталонной, с минимальной дополнительной потерей в отношении сигнал-шум.

В целом, результаты вычислительного эксперимента подчеркивают необходимость соблюдения баланса между аппаратной сложностью, то есть разрядностью АЦП, и производительностью в MISO системе с укороченной передающей антенной.

#### *Библиографический список*

1. Скляр, Б. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение / пер. с англ. Грозы Е.Е. [и др.]. 2-е изд., испр. – Москва: Вильямс, 2007. – 1099 с.
2. Титов, А.А. Эффективность применения укороченной антенны в MIMO системе передачи навигационных поправок / А.А. Титов // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, 2024. – С. 161-162.
3. Титов, А.А. Эффективность MIMO модема передачи навигационных поправок с укороченной антенной / А.А. Титов // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2025 [текст]: сб. тр. VIII междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.1. / под общ. ред. О.В. Милвзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2025. – С. 135–140.
4. Alamouti, S.M. A simple transmit diversity technique for wireless communication / S.M. Alamouti // IEEE Journal on select areas in communications. – 1998.–Vol.16, № 8. – P. 1451-1458.

### **АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТИ ОШИБКИ ПРИЁМА СИГНАЛОВ В MIMO-СИСТЕМЕ АЛАМОУТИ ПРИ НАЛИЧИИ КОРРЕЛИРОВАННЫХ ПОМЕХ**

В.Д. Фам

Научный руководитель – Паршин Ю.Н., д.т.н., профессор

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

В докладе рассматривается проблема эффективности MIMO системы, использующей схему кодирования Аламути, в условиях пространственно коррелированных помех. В современной беспроводной связи обеспечение надёжности и устойчивости остаётся важной задачей. Пространственно - временное блочное кодирование является эффективной техникой для повышения качества передачи данных [1]. Одним из наиболее известных и практически реализованных решений является схема Аламути, предложенная в 1998 году [2]. Она обладает уникальным свойством ортогональности для двух передающих антенн, что обеспечивает простую линейную процедуру декодирования и полный порядок разнесения. Однако в реальных условиях её эффективность значительно снижается при наличии коррелированных помех и многолучевого распространения [3]. В

данном докладе предлагается математическая модель для анализа влияние вышеуказанных факторов при коррелированных канальных матрицах сигнала и помехи, оценки снижения эффективности характеристик ММО системы.

Метод блочного пространственно - временного кодирования заключается в преобразовании набора из  $K$  исходных информационных символов в кодирующую матрицу  $\underline{\mathbf{S}}$  для последующей передачи. Структура матрицы  $\underline{\mathbf{S}}$  определяется числом строк, равным количеству передающих антенн  $N_{\text{TX}}$ , где каждая строка описывает пространственное распределение сигналов, определяя, какой символ передаётся с каждой антенны. Соответственно, число столбцов матрицы равно количеству временных интервалов  $P$ , необходимых для передачи, и каждый столбец задаёт временную структуру сигнала. Эффективность схемы определяется скоростью кодирования  $R = \frac{K}{P}$  [4].

Первый пространственно-временной блочный код, основанный на обобщённой комплексной ортогональной конструкции, был предложен Аламоути. Базовый вариант кода Аламоути реализуется при  $N_{\text{TX}} = 2$  и  $N_{\text{RX}} \geq 1$ . Передаются два символа  $\underline{s}_1, \underline{s}_2$  за два тактовых интервала с использованием кодовой матрицы:

$\underline{\mathbf{S}}_2 = \begin{bmatrix} \underline{s}_1 & \underline{s}_2 \\ -\underline{s}_2^* & \underline{s}_1^* \end{bmatrix}$  [5]. Передача происходит за два тактовых интервала. В первый интервал первая антенна излучает  $\underline{s}_1$ , а вторая -  $\underline{s}_2$ . Во второй интервал - первая антенна излучает -  $\underline{s}_2^*$ , а вторая -  $\underline{s}_1^*$ .

Результаты исследований, представленные в настоящей работе, были получены методом имитационного моделирования в среде MATLAB. Проведён сравнительный анализ зависимости вероятности битовой ошибки ( $P_{\text{ош}}$ ) системы передачи информации ММО, использующей схему Аламоути, от отношения сигнал-шум и число источников помех.

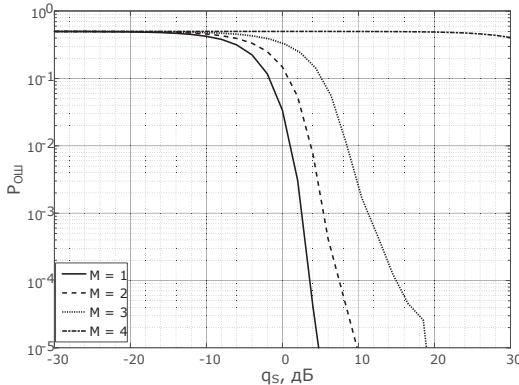


Рисунок 1 – Зависимость вероятности битовой ошибки от отношения сигнал-шум при различных числа источников помех

На рисунке 1 приведены зависимость вероятности битовой ошибки от отношения сигнал-шум  $q_s$  при различном числе источников помех  $M$  при числе приемных

антенн равно 4. Из графика видно, что с ростом отношения сигнал–шум  $q_s$ ,  $P_{\text{ош}}$  монотонно уменьшается. При этом, увеличение  $M$  приводит к незначительному увеличению  $P_{\text{ош}}$ . В частности, при максимална и практически постоянна, что указывает на неэффективность подавления помех.

По результатам моделирования можно сделать вывод, что вероятность битовой ошибки монотонно снижается с ростом отношения сигнал–шум. Увеличение числа источников помех приводит к незначительному ухудшению данного показателя, если число помех меньше числа приемных антенн.

#### *Библиографический список*

1. Christopher M. Lau. Performance of MIMO Systems Using Space Time Block Codes (STBC). // Open Journal of Applied Sciences, 2021, № 11. – Pp. 273–286.
2. Alamouti S.M. A simple transmit diversity technique for wireless communications. // IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1998, Vol. 16, № 8. – Pp. 1451–1458.
3. Паршин Ю. Н., Фам В. Д. Анализ пропускной способности MIMO-системы при действии пространственно коррелированных многолучевых помех. // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2025: сб. тр. VIII междунар. науч.–техн. форума: в 10 т. Т. 1 / под общ. ред. О. В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2021. – С. 1–6.
4. Бакулин М. Г., Варукина Л. А., Крейнделин В. Б. Технология MIMO: принципы и алгоритмы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 244 с.
5. Паршин Ю. Н. Пространственно-временная обработка сигналов и компенсация помех. – М.: КУРС, 2021. – 200 с.

## **ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С БПЛА В ОПТИЧЕСКОМ И ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНАХ: ПОДХОДЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА**

М.А. Черентаев, Е.С. Черентаева

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., д.т.н., профессор

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

Сегодня беспилотным платформам ставятся жесткие требования по надежности обнаружения и идентификации объектов в любых погодных условиях. Ни один из спектральных диапазонов не является универсальным: оптические камеры малоэффективны в ночных условиях, тумане или дыму, а ИК-сенсоры при определенных температурных условиях. Поэтому гибридные системы, использующие два спектра одновременно, являются высоконадежным методом для решения задач детектирования.

Рассмотрим преимущества и недостатки каждого из спектральных диапазонов, используемых в предложенной гибридной системе.

Выделим основные преимущества оптического диапазона [1]:

1. Высокая детализация;
2. Возможность различения цвета, текстуры объекта.



Ограничением оптического диапазона является зависимость от условий освещения, а также различные особенности окружающей среды, такие как дым, туман и т. д. [2]

Достоинством ИК-диапазона является способность работы в полной темноте, а также в условиях задымления или тумана, позволяя обнаруживать скрытые или малозаметные цели. Недостатком является то, что сенсоры в данном диапазоне имеют низкое пространственное разрешение по сравнению с оптическими камерами, а также сложности в различении мелких деталей, цвета и текстур.

За счёт создания гибридных систем, объединяющих данные из двух каналов возможно значительно увеличить точность и надёжность автономных систем в решении задач поиска и обнаружения [3,4].

Рассмотрим методы объединения данных поступающих с двух каналов системы [5]:

1. Объединение на уровне изображений — создание единого результирующего изображения, где тепловые контуры объектов накладываются на детализированное оптическое изображение.

2. Объединение на уровне признаков — из каждого изображения извлекаются ключевые признаки (контуры, текстуры, тепловые аномалии), которые затем объединяются в общий вектор для классификации.

3. Объединение на уровне решений — каждый канал системы (оптический и ИК) независимо обрабатывается и принимается предварительное решение о наличии объекта, а затем эти решения анализируются финальным классификатором.

В описанных двухканальных системах детектирования можно выделить следующие преимущества [6,7]: всепогодность и круглосуточное применение; повышенная надёжность детектирования объектов, так как за счёт двухканального наблюдения снижается вероятность пропуска цели; снижение ложных срабатываний за счёт подтверждения обнаружения объекта в двух каналах обработки; возможности получения дополнительной функциональной информации об обнаруженных объектах, например, работает ли двигатель транспортного средства или нет.

Интеграция оптического и инфракрасного каналов детектирования на борту БПЛА представляет собой мощный инструмент для создания автономных и надёжных систем наблюдения.

#### *Библиографический список*

1. Golodetz S. Object-Environment Collision Detection using Onion BSPs [Электронный ресурс] // Overload. – 2013. – Т. 21, № 118. – URL: [https://accu.org/journals/overload/21/118/golodetz\\_1827/](https://accu.org/journals/overload/21/118/golodetz_1827/) (дата обращения: 28.10.2025).

2. Paul S. K. et al. Object detection and pose estimation from rgb and depth data for real-time, adaptive robotic grasping //Advances in Computer Vision and Computational Biology: Proceedings from IPCV'20, HIMS'20, BIOCAMP'20, and BIOENG'20. – Cham: Springer International Publishing, 2021. – С. 121-142.

3. Fujing Y., Guohui T., Yuhao W. et al. OActive Object Detection Based on PPO Learning Algorithm with Decision Knowledge Guidance// Machine Intelligence Research. – 2025. – Т. 22, С. 386-396.

4. Дмитриев В.Т., Ву Хоанг Шон Применение трехканальной модификации алгоритма Хургина-Яковлева в алгоритмах первичного кодирования речевых сигналов // Вестник РГРТУ. 2024. № 88. С. 3-14.

5. Дмитриев В.Т., Бауков А.А. Многокритериальный синтез алгоритма обнаружения частиц дождя на видеоизображениях в цифровых системах телевидения // Вестник РГРТУ. 2022 № 79. – С. 20- 30.

6. Дмитриев В.Т., Сконников П.Н. Сравнительный анализ алгоритмов комплексирования изображений различных спектральных диапазонов. // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2021. № 78, - С.29-37.

7. Дмитриев В.Т., Бауков А.А. Алгоритм обнаружения атмосферных осадков для задач компьютерной обработки видеоизображений // Программирование 2023 №3 - С.13-25

## **МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

Е.С. Черентаева, М.А. Черентаев

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., д.т.н., профессор

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

Современные системы дистанционного зондирования Земли генерируют значительные объемы многоканальных изображений земной поверхности. Эффективная обработка этих данных требует разработки автоматизированных методов классификации, способных точно идентифицировать различные типы подстилающей поверхности. Традиционные подходы, основанные исключительно на анализе спектральных характеристик, часто оказываются недостаточно точными при работе со сложными и неоднородными ландшафтами, где различные объекты могут иметь схожие спектральные профили. Это особенно актуально для задач экологического мониторинга, управления сельскохозяйственными ресурсами и градостроительного планирования, где точность классификации напрямую влияет на качество принимаемых решений.

### **Предлагаемый метод**

Основная идея метода заключается в комбинированном использовании спектральных и пространственных признаков для повышения точности классификации [1]. В качестве спектральных признаков используются не только исходные каналы многозонального изображения, но и вегетационные индексы, такие как NDVI и NDWI, которые эффективно выделяют области растительного покрова и водные объекты [2]. Для описания пространственных характеристик применяются текстурные признаки, вычисляемые с помощью матрицы совпадений градаций серого, включая энтропию, контраст, энергию и однородность [3]. Данные признаки позволяют учитывать структурные особенности изображения, что особенно важно для различения классов с похожими спектральными свойствами, но разной текстурой, таких как лесные массивы и сельскохозяйственные угодья. Для классификации используется ансамблевый алгоритм Random Forest, который демонстрирует высокую эффективность при работе с разнородными признаками и устойчивость к переобучению.

### **Эксперимент и результаты**

Экспериментальные исследования проводились на основе многозональных спутниковых снимков среднего пространственного разрешения. Выделялись пять основных классов подстилающей поверхности: водные объекты, лесные массивы, городская застройка, сельскохозяйственные угодья и участки с открытым грунтом. Для сравнения эффективности проводилась классификация с использованием только спектральных признаков и с комбинированным набором признаков. Качество классификации оценивалось по таким метрикам, как общая точность, каппа-коэффициент и показатели precision, recall и F-мера для каждого класса.

Результаты эксперимента показали, что предложенный метод с комбинированными признаками позволяет достичь общей точности классификации 89.2% и значения каппа-коэффициента 0.865, что существенно превышает результаты методов, использующих только спектральные признаки. Наибольшее улучшение точности наблюдается для классов «городская застройка» и «лесные массивы», где использование текстурных признаков позволило уменьшить ошибки классификации на 15-20%. Визуальный анализ результатов также подтвердил, что комбинированный подход лучше сохраняет границы между однородными участками и более точно идентифицирует фрагментированные территории.

Разработанный метод автоматической классификации типов подстилающей поверхности демонстрирует высокую эффективность за счет совместного использования спектральной и пространственной информации. Комбинирование вегетационных индексов и текстурных признаков позволяет значительно повысить точность разделения классов со схожими спектральными характеристиками. Применение алгоритма Random Forest обеспечивает устойчивость классификации и возможность работы с большими объемами данных. Предложенный подход может быть успешно интегрирован в системы оперативного мониторинга состояния земной поверхности и использован для решения различных прикладных задач [2]. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются адаптация метода для работы с данными сверхвысокого разрешения и интеграция с методами глубокого обучения для автоматического выделения информативных признаков [3].

#### *Библиографический список*

1. Дмитриев В. Т. Сравнительный анализ алгоритмов комплексирования изображений различных спектральных диапазонов / В. Т. Дмитриев, П. Н. Сконников // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2021. – № 78. – С. 29–37.
2. Xue, J. Significant remote sensing vegetation indices: a review of developments and applications / J. Xue, B. Su // Journal of Sensors. – 2017. – Vol. 2017. – Art. 1353691. – DOI 10.1155/2017/1353691.
3. Haralick, R. M. Textural features for image classification / R. M. Haralick, K. Shanmugam, I. Dinstein // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – 1973. – Vol. SMC-3, no. 6. – P. 610–621.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ И КОПЛАНАРНОЙ ЛИНИЙ ЗАДЕРЖКИ

А.В. Шуршиков, Е.В. Васильев  
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
 радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Для современных устройств обработки высокочастотных сигналов и систем синхронизации характерно применение планарных технологий, основанных на использовании микрополосковых (МПЛ) и копланарных (КПЛ) линий передачи. На сегодняшний день производители печатных плат обеспечивают возможность изготовления таких структур с высокой точностью геометрических параметров, что позволяет реализовывать на их основе интегральные схемы СВЧ-диапазона, фильтры и управляемые линии задержки.

Ряд таких активных и пассивных компонентов, включая линии задержки, рассчитаны на работу в условиях строгого согласования волнового сопротивления (как правило, 50 Ом), с целью минимизации отражений и искажений сигнала. Это вызывает определённые трудности при проектировании и моделировании, связанные с учётом диэлектрических потерь, дисперсии и влияния паразитных эффектов.

Целью работы является моделирование микрополосковой и копланарной линий задержки для последующего внедрения в блок фазирования антенной решетки. Блок фазирования антенной решетки управляет фазой радиосигнала, излучаемого или принимаемого каждым элементом решетки. Это позволяет быстро изменять направление луча без механического движения антенны, формировать остронаправленную диаграмму направленности и управлять ее формой. Таким образом, он обеспечивает электронное управление антенной для радиолокации, радиосвязи, радиоастрономии [1] и других целей.

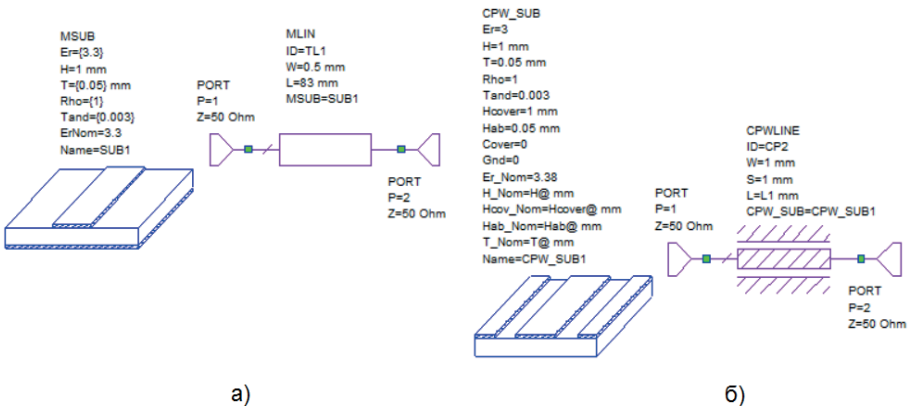


Рисунок 1 – Схема модели микрополосковой (а) и копланарной (б) линий задержки

В ходе работы были получены модели МПЛ и КПЛ линий задержки с номинальным временем задержки 500 пс (рисунок 1). Исходя из конкретных требований к антенной решетке радиотелескопа, они должны функционировать в диапазоне частот от 120 до 240 МГц. Проведенное моделирование показало, что разработанные

модели обладают строгим согласованием, что позволяет минимизировать отражения и искажения сигнала. Обе схемы обеспечивают необходимое значение задержки с минимальным отклонением в диапазоне рабочих частот (рисунок 2).

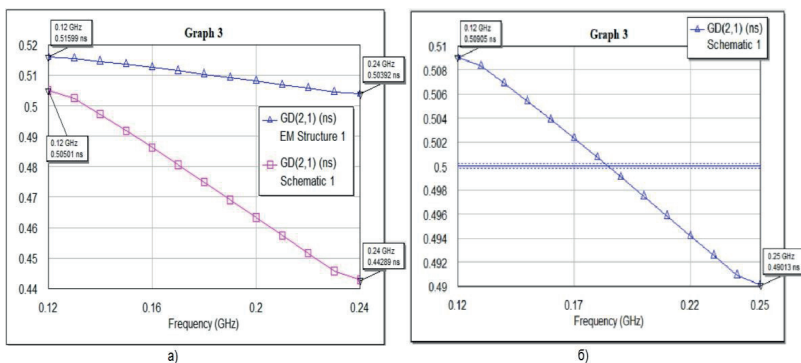


Рисунок 2 – Результат моделирования и оптимизации параметров микрополосковой (а) и копланарной (б) линий задержки

Дальнейшие исследования в данном направлении будут связаны с минимизацией отклонения от номинального значения задержки в требуемом диапазоне частот, а также с разработкой конфигурации КПЛ линии задержки, обеспечивающей время задержки до 8 нс при минимальных габаритных размерах.

#### *Библиографический список*

1. Васильев Е.В., Гусев С.И., Колесников С.В. Бортовая научная аппаратура малых космических аппаратов «Циолковский-Рязань» в задаче измерения реальной чувствительности наземных радиоастрономических систем // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, том 1; Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2022. С. 3-5.

### **ВНЕШНИЕ И ВНУТРЕННИЕ ИСТОЧНИКИ ШУМОВ В РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ БЛИЖНЕГО ДЕЙСТВИЯ**

М.А. Яворская

Научный руководитель – Марков А.С., ассистент

**Национальный университет «МИЭТ»**

Современные радиолокационные системы ближнего действия (РЛС БД), применяемые в автономной навигации, робототехнических и охранных комплексах, функционируют в условиях, где уровень внешних и внутренних помех соизмерим с полезным сигналом. Существенное влияние на точность измерений оказывают как внешние активные помехи — излучения сторонних радиосистем и взаимные воздействия от других РЛС, — так и внутренние шумы аппаратуры, связанные с нестабильностью генераторов и усилителей. Совокупность этих факторов определяет предельную точность измерения дальности и разрешающую способность РЛС БД.

Цель работы заключается в выявлении основных факторов шумового влияния и рассмотрении способов их компенсации в РЛС БД.

Активные шумовые помехи, формируемые с использованием цифровой памяти радиочастотного сигнала (Digital Radio Frequency Memory — DRFM), способны имитировать реальные отражения и изменять структуру принимаемого сигнала [1]. Моделирование показывает, что при отношении помеха/сигнал (J/S) свыше 0 дБ вероятность обнаружения целей когерентным радаром существенно снижается. Анализ зависимости вероятности обнаружения от мощности помехи позволяет определить энергетический порог, при котором подавление становится эффективным. Для распознавания таких воздействий используются способы обработки временных рядов с построением графов видимости и последующей классификацией на основе алгоритмов машинного обучения [2].

Внутренние шумы генераторов и трактов приёма вызывают дрейф частоты и фазы — медленные флуктуации параметров сигнала, нарушающие когерентность обработки. Это приводит к снижению эффективности корреляции и росту ошибок оценки дальности и скорости. Их влияние особенно критично при измерениях на малых дальностях, где даже незначительные фазовые сдвиги вызывают ощутимые ошибки оценки расстояния. Для компенсации таких искажений используются способы синхронизации с цифровой коррекцией временных и частотных сдвигов, реализуемые в системах пространственно-временной обработки [3], а также адаптивная фильтрация на основе критерия минимальной мощности помех (MVDR), применяемая в антенных решётках для подавления направленных помех [4].

Результаты анализа показывают, что наибольший вклад в снижение достоверности измерений дальности вносят сочетания активных шумовых воздействий и собственные фазовые шумы генераторов. Применение адаптивных методов пространственно-временной фильтрации, цифровой коррекции частоты и фазы, а также алгоритмов распознавания помех на основе статистических признаков позволяет повысить устойчивость радиолокационных систем ближнего действия к сложным шумовым воздействиям.

Таким образом, комплексный учёт шумовых факторов и использование адаптивных алгоритмов цифровой обработки сигналов являются необходимым условием построения радиосистем высокоточного измерения дальности, работающих в ближней зоне и в условиях интенсивных радиопомех.

#### *Библиографический список*

1. Liu W., Meng J., Zhou L. Impact analysis of DRFM-based active jamming to radar detection efficiency // The Journal of Engineering. – 2019. – P. 6856–6858.
2. Du C., Tang B. Novel Unconventional-Active-Jamming Recognition Method for Wideband Radars Based on Visibility Graphs // Sensors. – 2019. – P. 1–18.
- 3 Семенов В. Ю. Пространственно-временная обработка сигналов в автомобильном радаре в условиях воздействия разнотипных активных помех // Радиоэлектронные устройства и системы для инфокоммуникационных технологий («РЭУС-ИТ 2025»): Доклады Всероссийской конференции. – Москва, 2025. – С. 105–109. – EDN RYWZXL.
4. Титков И. Е. Радиолокационная система поиска источника активной помехи с использованием адаптивной антенной решётки для перспективных БПЛА // Шарыгинские чтения. – 2024. – Т. 1, № 1. – С. 190–194. – EDN ODTSMF.

---

## Секция 4. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

---

### ИНЖЕНЕРИЯ НАДЕЖНОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

А.М. Агаев

Научный руководитель – Алексеев В.Ф., к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники**

Инженерия надежного распознавания образов (Robust Pattern Recognition) – это направление, фокусирующееся на создании моделей и систем, сохраняющих высокую точность и надежность в условиях неидеальных данных, шума, искажений, а также при преднамеренных атаках. Актуальность темы обусловлена необходимостью развертывания систем компьютерного зрения и анализа данных в реальных, непредсказуемых условиях.

В [1] содержатся фундаментальные основы построения моделей распознавания, включая архитектуры сверточных нейронных сетей (CNN), что является базой для понимания их уязвимостей и путей повышения надежности. [2] одна из первых работ, привлекая широкое внимание к проблеме состязательных атак – целенаправленных малозаметных возмущений, обманывающих нейронные сети. Заложил основу для исследований в области надежности. Знаковой является работа [3], в которой представлен мощный метод состязательного обучения (Adversarial Training) как основного подхода к повышению устойчивости моделей распознавания образов к вредоносным атакам. Авторы [4] представляют наборы данных (ImageNet-C, CIFAR-10-C) для тестирования устойчивости моделей к естественным искажениям (шум, размытие, погодные эффекты), что является критически важным аспектом инженерии надежных систем. Подходы к интерпретируемости и отказоустойчивости как элементам надежности достаточно хорошо представлены в [5].

В докладе рассматриваются ключевые методологические подходы, влияние качества данных, вопросы устойчивости и практические рекомендации для повышения точности и надежности систем распознавания образов. В научном контексте задача формулируется как построение модели, способной аппроксимировать неизвестное отображение от визуального сигнала к понятным человеку при приеме на вход распределений, отличающихся от обучающих.

Современные системы опираются на два взаимодополняющих класса приемов. Первый класс – это архитектурные решения и алгоритмы обучения. Сверточные сети (CNN) [6] остаются базовой архитектурой для извлечения локальных инвариантных признаков. Трансформерные блоки и гибридные схемы вводят механизм глобального контекста, демонстрируют преимущество на задачах, где важна взаимосвязь между удаленными фрагментами изображения. На уровне обучения важнейшую роль играют стратегии регуляризации, схемы оптимизации и методы предобучения, позволяющие моделям получать качественные представления даже при ограниченном числе примеров. Второй класс – методы работы с данными обучающими процессорами – методы аугментации, балансировки классов, самоконтролируемого предобучения и semi-supervised подходы. В современных системах предобучение на больших неразмеченных массивах с последующим тонким

дообучением [7] на целевой задаче зачастую дает более устойчивый рост точности, чем попытки улучшения архитектуры при том же объеме данных.

Качество входных данных определяет потолок возможной точности модели. Нерегулярности разметки, смещение распределения и скрытые корреляции приводят к обобщениям и систематическим ошибкам. Важно ориентироваться на правильные источники, регламентировать доступ к базе данных, обеспечивать фильтрацию данных и выполнять аудит новых данных и качества разметки и метрики для оценки информационной полезности каждого примера. В практическом применении зачастую эффективнее улучшить разметку и покрытие кейсов, чем увеличивать размер или сложность модели - небольшие целевые инвестиции в качество данных и контрольные процедуры чаще дают больший эффект, чем масштабные изменения архитектуры.

#### *Библиографический список*

1. Goodfellow I. Deep Learning / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. – Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2016. – 800 p.
2. Szegedy C. Intriguing properties of neural networks [Электронный ресурс] / C. Szegedy, W. Zaremba, I. Sutskever [и др.] // arXiv preprint arXiv:1312.6199. – 2014. – URL: <https://arxiv.org/abs/1312.6199> (дата обращения: 22.10.2025).
3. Madry A. Towards Deep Learning Models Resistant to Adversarial Attacks [Электронный ресурс] / A. Madry, A. Makelov, L. Schmidt [и др.] // arXiv preprint arXiv:1706.06083. – 2018. – URL: <https://arxiv.org/abs/1706.06083> (дата обращения: 22.10.2025).
4. Hendrycks D. Benchmarking Neural Network Robustness to Common Corruptions and Perturbations [Электронный ресурс] / D. Hendrycks, T. Dietterich // arXiv preprint arXiv:1903.12261. – 2019. – URL: <https://arxiv.org/abs/1903.12261> (дата обращения: 22.10.2025).
5. Molnar C. Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable. – 2022.
6. Smith B. Convolutional Neural Networks in Python: Master Data Science and Deep Learning with Modern Neural Networks written in Python and Theano [Электронный ресурс] / B. Smith. – Электрон. дан. – 2016. – URL: <https://example.com> (дата обращения: 22.10.2025).
7. Sutton R. S. Reinforcement Learning: An Introduction / R. S. Sutton, A. G. Barto. – 2nd ed. – Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2018. – 552 p.

## **ПРОБЛЕМАТИКА ОТРАВЛЕНИЯ ДАННЫХ В БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЯХ**

А.М. Агаев

Научный руководитель – Алексеев В.Ф., к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники**

Современные большие языковые модели (БЯМ), такие как GPT-4, Gemini, Llama и другие, стали фундаментальной технологией, трансформирующей области обработки естественного языка, информационного поиска, креативных индустрий и автоматизации бизнес-процессов. Однако их стремительное развитие и повсеместное внедрение сопровождается ростом кибербезопасных рисков, среди которых



отравление данных (Data Poisoning) представляет собой одну из наиболее серьезных и трудноустраняемых угроз. Актуальность исследований в данной области обусловлена комплексом факторов, связанных с уязвимостью жизненного цикла БЯМ, критичностью последствий атак и необходимостью разработки эффективных механизмов защиты [1-6].

«Замусоривание» (или «помеховое обучение», «обучение на шумных данных») LLM – это многогранная проблема, связанная с использованием для обучения некачественных, шумных, некорректных или намеренно искаженных данных. Это приводит к деградации качества модели, генерации ею недостоверной или бессмысленной информации, усилению предвзятости и появлению «галлюцинаций». Актуальность темы обусловлена зависимостью современных LLM от огромных объемов неverified данных из интернета.

В работе рассматривается проблематика замусоривания больших языковых моделей (LLM), последствия отравления языковой модели и меры профилактики таких отравлений.

По мере развития технологий и методов машинного обучения, фильтрации большого объема данных и общим прогрессом в Big Data, становится все более актуальным вопросы – правильно ли мы извлекаем данные, на какие источники опирается LLM и как долго одна и та же языковая модель будет актуальна. При погружении в машинное обучение становится понятным, что раз информация берется из интернета, то рассчитывать на достоверность приходится не всегда, но что если в языковую модель подать на вход несколько абсурдных запросов? Интуитивно ожидается, что для однозначно негативного сценария необходимо чрезмерное число некачественных данных, вероятно, до половины или более от всей базы данных, чтобы языковая модель сбилась в большом объеме недостоверной информации.

Большие языковые модели обучаются на колоссальных объемах данных, собранных из открытых и зачастую неverified источников (Интернет, корпоративные архивы, оцифрованные книги). Это делает процесс обучения крайне уязвимым для целенаправленных злонамеренных вмешательств. Злоумышленник может внедрить в обучающий набор специально сконструированные данные, предназначенные для формирования у модели скрытых уязвимостей (backdoors) или устойчивых вредоносных паттернов поведения [7]. Проверка и очистка триллионов токенов обучающих данных требуют непомерных вычислительных и человеческих ресурсов, что создает практическую невозможность полного исключения отравленных образцов [8].

Однако исследования в области отравления данных (Data Poisoning) выявили – большие языковые модели, слишком часто обучаемые некачественными данными, постепенно теряют способность к логическому рассуждению, причем эффект наблюдается уже от ~250 запросов. В следствие отравления модель начинает пропускать логические шаги, выдавать поверхностные ответы и теряет последовательность мышления (thought-skipping).

Мерами противодействия (мигитации) являются использование доверенных источников, ведение каталогов, предотвращение размещения произвольной информации по ссылкам, входящих в датасеты, фильтрацию данных и анализ воздействия новых данных на точность LLM, так как отравление данных приведет к ее снижению. Немаловажным является контроль доступа к базам данных и аудит их содержимого.

*Библиографический список*

1. Шумина К. А., Петров Ф. И. Влияние качества обучающих данных на достоверность выходов больших языковых моделей // Искусственный интеллект и анализ данных. – 2023. – Т. 21, № 1. – С. 56–67.
2. Crawford K. The Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence. – New Haven: Yale University Press, 2021. – 288 с.
3. Shumailov I., Shumaylov Z., Zhao Y., Gal Y., Papernot N., Anderson R. The Curse of Recursion: Training on Generated Data Makes Models Forget [Электронный ресурс] // arXiv preprint arXiv:2305.17493. – 2023. – URL: <https://arxiv.org/abs/2305.17493> (дата обращения: 22.10.2025).
4. Bommasani R., Hudson D. A., Adeli E., et al. On the Opportunities and Risks of Foundation Models [Электронный ресурс] // Stanford Center for Research on Foundation Models (CRFM). – 2022. – URL: <https://arxiv.org/abs/2108.07258> (дата обращения: 22.10.2025).
5. Poisoning Attacks on LLMs require a Near-Constant number of Poison Samples / A. Souly, J. Rando, E. Chapman [и др.]; авторы: B. Hasircioglu, E. Shereen, C. Mougan, V. Mavroudis, E. Jones, C. Hicks, N. Carlini, Y. Gal, R. Kirk // arXiv.org [Электронный ресурс]. – 2025. – № arXiv:2510.07192v1 [cs. LG]. – URL: <https://arxiv.org/abs/2510.07192> (дата обращения: 22.10.2025)
6. Goodfellow I. Deep Learning / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. – Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2016. – 800 p.
7. Глушков С. В., Иванова А. К. Атаки на машинное обучение: отравление данных в больших языковых моделях // Информационная безопасность и киберзащита. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 44–52.
8. Chen Y., Wang W., Liu Z. Data Poisoning Attacks and Defenses in Large Language Models // Proceedings of the 2023 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. – 2023. – P. 110–125.

## **ОБНАРУЖЕНИЕ ФИНАНСОВОГО МОШЕННИЧЕСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Д.В. Алдохина, Е.И. Полеева, А.А. Кузьмин

Научный руководитель – Целых А.Н., д.т.н., заведующий кафедры информационно-аналитических систем безопасности имени профессора Берштейна Леонида

Самойловича

**Южный Федеральный Университет**

В последние годы финансовая отрасль столкнулась со значительным ростом объема финансовых транзакций, сопровождающимся повышением уровня мошеннической активности. Традиционные методы машинного обучения активно применяются для обнаружения мошенничества, однако их эффективность ограничивается возрастающей сложностью мошеннических схем и масштабом обрабатываемых данных. Методы глубокого обучения показывают высокую результативность в различных областях (компьютерное зрение, обработка естественного языка, распознавание речи) благодаря способности автоматически извлекать многослойные представления и выявлять сложные закономерности. В частности, GNN позволяют моделировать реляционную структуру субъектов и транзакций, улавливая межузловые зависимости в графах платежей. Эти модели

устойчиво работают с высокоразмерными признаковыми пространствами и нелинейными зависимостями, что делает их особенно подходящими для обнаружения тонких, скрытых паттернов, характерных для мошеннических операций.

В задачах выявления финансового мошенничества активно применяются архитектуры глубокого обучения, включая полносвязные сети, рекуррентные (RNN), сверточные (CNN) и графовые (GNN) модели. Их используют в ряде прикладных сценариев — от обнаружения мошенничества по банковским картам и страховым операциям до задач противодействия отмыванию доходов. Согласно результатам опубликованных исследований, такие модели, как правило, превосходят классические подходы по точности, лучше адаптируются к изменяющимся паттернам и масштабируются на большие объемы данных.

Графовые нейронные сети (GNN) реализуют обучение представлений, при котором узлы и (под)графы отображаются в низкоразмерные векторные пространства, что позволяет выявлять аномалии на различных уровнях — от узлов и рёбер до подграфов и целых графовых структур. В финансовых задачах GNN естественно моделируют реляционную природу данных, описывая связи между клиентами, счетами, транзакциями и торговыми контрагентами; на этой основе обучаются распознавать характерные паттерны мошенничества, включая схемы отмывания средств и злоупотребления с кредитными картами [1].

Граф транзакций включает узлы (финансовые сущности: банковские и карточные) и ориентированные рёбра (денежные переводы). Узлам сопоставляются признаки — тип и статус счёта, агрегаты историй операций, баланс, сведения о владельце и прочие релевантные метаданные. Рёбра могут содержать числовые параметры и временные метки, отражающие сумму, частоту и динамику переводов.

В процессе передачи сообщения GNN распространяют информацию по смежности, агрегируя признаки соседей и структуру окрестности; тем самым отражая как локальный контекст, так и более дальние зависимости.

На стадии детекции полученные представления трансформируются в количественные оценки рисков для счётов и/или транзакций. Пороговая процедура отделяет фоновые (нормальные) случаи от подозрительных; выбор порога задаётся предметными ограничениями, эмпирическим распределением оценок или оптимизацией компромисса между пропусками и ложными срабатываниями [2].

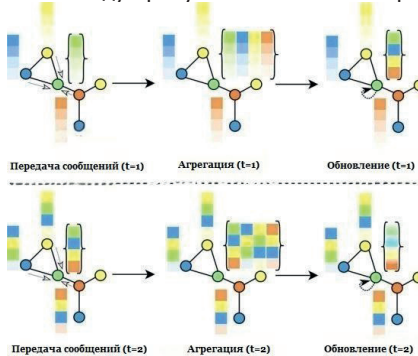


Рисунок 1 – Процесс передачи, объединения и обновления сообщений в графовых нейронных сетях

С точки зрения структурного анализа данные векторные представления поддерживают кластеризацию счётов и контрагентов по сходству транзакционных профилей, что облегчает выявление координированных сетей и цепочек теневой активности. Поточковый анализ по рёбрам помогает фиксировать характерные маршруты движения средств (например, множественные поступления из разрозненных источников с последующей рассылкой на новые, слабо связанные узлы). Наконец, учёт времени в GNN-моделях позволяет выявлять внезапные сдвиги в интенсивности и направлениях переводов, служащие индикаторами запуска или маскировки мошеннических схем.

#### *Библиографический список*

1. Zhou J., Cui G., Zhang Z., Yang C., Liu Z., Sun M. Graph Neural Networks: A Review of Methods and Applications // *AI Open*. – 2020. – Т. 1. – С. 57–81. – Режим доступа: URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666651021000012> (дата обращения: 15.10.2025).
2. Tong G., Shen J. Financial transaction fraud detector based on imbalance learning and graph neural network // *Applied Soft Computing*. – 2023. – С. 110984. – Режим доступа: URL: <https://colab.ws/articles/10.1016%2Fj.asoc.2023.110984> (дата обращения: 20.10.2025).

## **ПОСТРОЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ И АНАЛИЗ ЕЁ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАЧЕСТВА**

В.А. Анохин

Научный руководитель – Белов В.В., д.т.н., профессор

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

### **Введение**

Современные методы повышения качества изображений тесно связаны с задачей определения качества изображений. Например, в генеративно-сопоставительных сетях (GAN) дискриминатор определяет, является ли изображение качественным или нет.

Целью данной работы является разработка архитектуры нейронной сети для оценки качества изображений, анализ её внутренних представлений о качестве и исследование возможности улучшения метрик с использованием методов генерации артефактов.

### **Архитектура сети**

На начальном этапе происходит анализ изображений в цветовых моделях RGB и Lab на нескольких масштабах при помощи операторов Шарра и Лапласа, вейвлет преобразований Хаара, вычисления локальной дисперсии высокочастотных карт признаков. Далее извлекаются более глубокие признаки при помощи сверточной нейронной сети (CNN). С последних слоев CNN и слоев частотного анализа извлекаются статистики по каждому из каналов: минимум, среднее, максимум, дисперсия. Данные признаки обрабатываются MLP и на выходе получаем значения метрик качества.

### **Процесс обучения**

Для обучения использовался датасет DIV2K, к изображениям из которого применялась синтетическая модель деградации, включающая гауссов шум

(яркостный/хроматический), JPEG-сжатие, масштабирование и размытие с произвольными параметрами. Сеть предсказывает бинарный признак типа шума и пять регрессионных параметров: сила шума в виде СКО, процент jpeg-сжатия, коэффициент масштабирования, размер ядра свертки размытия. Также добавляется предсказание метки «исходное-деградированное» изображение как в классических GAN подходах.

Важно, что регрессионные выходы интерпретируются относительно: они отражают разницу между предсказаниями для чистого и деградированного изображений, что учитывает возможное наличие дефектов даже в «эталонных» данных. Для учёта относительности была использована функция потерь Relativistic Average GAN (RaGAN) для бинарной метки качества (1) и её модификация для предсказания регрессии (2).

$$L_{binary} = BCE(D_{pred} - \bar{D}_{clean}, D_{real}), \quad (1)$$

$$L_{regression} = MSE(D_{pred} - \bar{D}_{clean}, D_{real}), \quad (2)$$

BCE – бинарная кросс-энтропия между входными и целевыми логитами,

MSE – среднеквадратическая ошибка,

$D_{pred}$  – предсказанное значение параметра для деградированного изображения,

$\bar{D}_{clean}$  – среднее по батчу предсказанное значение параметра для качественного изображения,

$D_{real}$  – истинное значение предсказываемого параметра.

### Анализ модели

Действительно ли обученная нейронная сеть имеет полное представление о качестве изображения? Или сведения о дефектах поверхностны и модель будет давать неправильную оценку на некоторых входных данных?

Для анализа внутреннего представления качества был использован метод DeepDREAM, модифицированный под задачу минимизации предсказываемых параметров деградации. Деградированное изображение подавалось на вход нейросети определения качества и полученные предсказания по уровню деградации использовались как значение ошибки. Затем градиенты ошибки распространялись в обратном направлении – не для обновления весов сети, а для изменения входного изображения так, чтобы сеть выдавала минимально возможные значения. Таким образом получались изображения, для которых нейросеть предсказывала отсутствие дефектов.

Результат применения метода DeepDREAM показан на рисунке 1: слева - размытое изображение, справа - изображение с минимизированной метрикой.

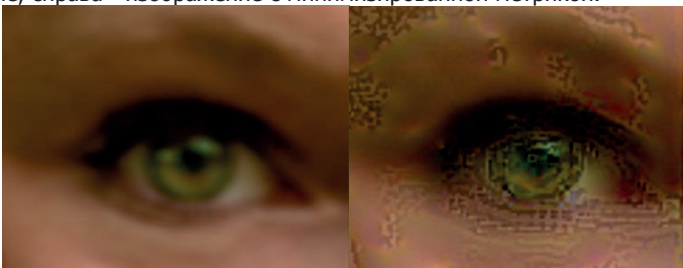


Рисунок 1 – Пример создания артефактов, обманывающих метрику

Можно заметить, что правое изображение выглядит хуже, а нейронная сеть, наоборот, относит его к качественным. Это свидетельствует о том, что обученная

метрика опирается на признаки, не всегда согласующиеся с человеческим восприятием. По этой причине возникают GAN артефакты, когда генератор успешно обманывает дискриминатор.

Поскольку рассматриваемый метод позволяет находить проблемы в оценке качества изображений, то его можно использовать в цикле обучения для повышения обобщающей способности модели путем анализа галлюцинаций. Предлагается расширенный цикл обучения:

1. Обучение модели на синтетических данных;
2. Генерация изображений-галлюцинаций через DeepDream и добавление их в обучающую выборку как явно «плохих»;
3. Дообучение модели на созданных контрпримерах для исправления завышенной оценки качества.

Данный подход обогатит обучающую выборку и расширит представление нейросети о дефектах изображений.

### **Заключение**

Предложенный метод позволяет не только строить более точные модели оценки качества изображений, но и активно выявлять и устранять их слабые места. Интеграция DeepDream в цикл обучения открывает путь к созданию метрик, устойчивых к обману и ближе соответствующих субъективному восприятию. В дальнейшем планируется исследовать возможности и ограничения данного подхода.

## **ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ АППРОКСИМАЦИИ ЗАВИСИМОСТЕЙ CL И CD В ДИАПАЗОНЕ RE=50000**

Е.И. Бавбель

Научный руководитель – Алексеев В.Ф., к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники**

В работе рассматривается применение методов глубокого обучения для аппроксимации аэродинамических коэффициентов подъемной силы ( $CL$ ) и сопротивления ( $CD$ ) на основе численных данных, полученных в результате  $CFD$ -симуляций профилей крыла беспилотного летательного аппарата (БПЛА) при числе Рейнольдса  $Re = 50000$ .

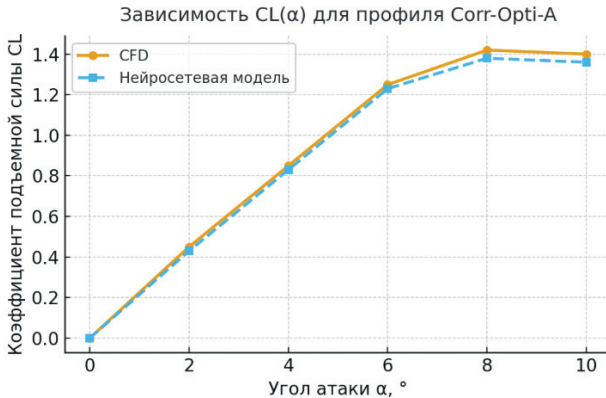
Традиционные подходы к анализу аэродинамических характеристик, основанные на численном решении уравнений Навье–Стокса, требуют значительных вычислительных ресурсов. Это ограничивает их использование при многократных итерациях оптимизации формы крыла. Применение искусственных нейронных сетей (ИНС) позволяет построить быструю и точную модель зависимости  $CL$  и  $CD$  от параметров профиля: относительной толщины ( $t/c$ ), кривизны ( $f/c$ ), положения максимальной толщины и угла атаки ( $\alpha$ ) [1].

Для обучения модели использовался датасет, сформированный по результатам более 100  $CFD$ -симуляций профилей *Corr-Opti-A*, *Corr-Opti-B*, *Corr-Opti-HighCL* и их вариаций. Архитектура сети включала два скрытых слоя по 64 нейрона с функцией активации *ReLU*. В качестве функции потерь применялся среднеквадратичный критерий ошибки ( $MSE$ ). Обучение проводилось в среде *TensorFlow* на 200 эпохах с использованием оптимизатора *Adam* [2]. Сравнение результатов приводится в таблице и рисунке 1.

Таблица 1 – Сравнение результатов *CFD* и предсказаний нейросетевой модели

Профиль	CL (CFD)	CL (NN)	CD (CFD)	CD (NN)	Ошибка, %
Corr-Opti-A	1.42	1.38	0.044	0.045	2.8
Corr-Opti-B	1.38	1.35	0.043	0.044	3.1
Corr-Opti-HighCL	1.45	1.49	0.046	0.047	3.4

Построенные нейросетевые зависимости  $CL = f(a, t/c, f/c)$  и  $CD = f(a, t/c, f/c)$  обеспечивают быстрый прогноз аэродинамических характеристик профиля без проведения ресурсоёмких симуляций. Средняя ошибка аппроксимации для коэффициента подъемной силы составила 2,8%, а для сопротивления – 3,4% относительно данных *CFD*. Разработанная модель может быть интегрирована в модуль параметрической оптимизации для автоматического выбора формы крыла с учётом ограничений по кривизне и технологичности [3]. Применение методов глубокого обучения совместно с *CFD*-моделированием формирует гибридный подход, объединяющий точность вычислительной аэродинамики и скорость предсказательных моделей, что особенно важно для проектирования энергоэффективных БПЛА.

Рисунок 1 – Сравнение зависимости  $CL(\alpha)$  для CFD- и нейросетевой модели

Построенные нейросетевые зависимости  $CL = f(a, t/c, f/c)$  и  $CD = f(a, t/c, f/c)$  обеспечивают быстрый прогноз аэродинамических характеристик профиля без проведения ресурсоёмких симуляций. Средняя ошибка аппроксимации для коэффициента подъемной силы составила 2,8%, а для сопротивления – 3,4% относительно данных *CFD*. Разработанная модель может быть интегрирована в модуль параметрической оптимизации для автоматического выбора формы крыла с учётом ограничений по кривизне и технологичности [3]. Применение методов глубокого обучения совместно с *CFD*-моделированием формирует гибридный подход, объединяющий точность вычислительной аэродинамики и скорость предсказательных моделей, что особенно важно для проектирования энергоэффективных БПЛА.



Для уточнения параметров нейросетевой модели была проведена серия вычислительных экспериментов. Оптимальная конфигурация сети включала два скрытых слоя по 64 нейрона с функцией активации *ReLU* и *Dropout*-регуляризацией 0.1. Это позволило повысить устойчивость и избежать переобучения при ограниченном объёме данных. Валидация на тестовой выборке показала, что средняя ошибка предсказания не превышает 3 % для *CL* и 4 % для *CD* в диапазоне углов атаки 0–15°.

Важным результатом стало значительное сокращение времени расчёта: нейросетевая модель предсказывает аэродинамические коэффициенты за миллисекунды, тогда как *CFD*-анализ одного профиля требует нескольких часов вычислений. Это обеспечивает возможность многократных итераций в процессе оптимизации и ускоряет проектирование БПЛА.

Полученные результаты подтверждают, что глубокое обучение может служить эффективным инструментом аппроксимации аэродинамических зависимостей, обеспечивая высокую точность при малых вычислительных затратах. В перспективе данный подход может быть расширен до трёхмерных моделей крыла и интегрирован в системы автоматизированного проектирования для интеллектуальной оптимизации аэродинамических характеристик.

#### *Библиографический список*

1. C. Hyunjin, A Study on Application of Generative Design System in Manufacturing Process, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., vol. 727, p. 012011, ene. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/727/1/012011.
2. Oh, S.; Jung, Y.; Kim, S.; Lee, I.; Kang, N. Deep Generative Design: Integration of Topology Optimization and Generative Models. *J. Mech. Des.* 2019, 141, 111405
3. Balaji, K.; Babu, V.; Sulthan, S. Design and Development of Multipurpose Agriculture Drone Using Lightweight Materials. *SAE Int. J. Aerosp.* 2022, 16, 177–183.

## **ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ: ТРЕНДЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

А.А. Балоян

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

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

Современные тренды искусственного интеллекта (ИИ) определяют переход от анализа данных к созданию их интеллектуальных копий — цифровых двойников. Это виртуальные динамические модели физических объектов, обогащенные ИИ для предсказания поведения, оптимизации процессов и испытаний в реальном времени. Ключевую роль в их создании играют платформы виртуального сотрудничества, такие как NVIDIA Omniverse, которые объединяют инструменты, данные и команды в едином пространстве.

Технология Omniverse обеспечивает основу для построения точных и функциональных цифровых двойников промышленных изделий. Ее ядро — Omniverse Nucleus — представляет собой серверную базу данных для совместной работы, обеспечивающую синхронизацию и версиюность сцен между пользователями и приложениями. Решение Omniverse Scale поддерживает развертывание в масштабах предприятия, управляя множеством одновременных подключений и большими



данными. Важным компонентом является поддержка физически точного рендеринга (RTX Renderer) и симуляции, что позволяет двойнику адекватно реагировать на внешние воздействия, такие как перепады температур, вибрации и нагрузки, в точности как его физический прототип.

Платформа поддерживает ключевые открытые форматы, включая Universal Scene Description (USD), обеспечивающий универсальность и совместимость ресурсов. Интеграция с ведущими CAD-системами (такими как Siemens NX, SOLIDWORKS, Autodesk Revit) позволяет напрямую импортировать и обновлять инженерные модели, исключая потерю данных и ускоряя итерации. Для связи с внешними источниками данных, такими как IoT-датчики или ERP-системы, используются коннекторы Omniverse Connect, обеспечивающие непрерывный поток актуальной информации в цифрового двойника, что является основой для его «жизни» в реальном времени.

Примеры использования цифровых двойников на базе Omniverse охватывают проектирование автомобилей (BMW), оптимизацию логистических цепочек и «умных» заводов. ИИ в реальном времени анализирует данные с датчиков, предсказывает отказы оборудования и автоматически корректирует режимы работы, снижая затраты и повышая надежность. В авиационной промышленности двойники целых двигателей позволяют проводить виртуальные стресс-тесты, прогнозируя ресурс деталей, что невозможно или крайне затратно в физическом мире.

Перспективы развития технологии связаны с углубленной интеграцией ИИ. Ожидается появление когнитивных двойников, способных не только предсказывать поведение, но и самостоятельно генерировать оптимизированные конструкции и управленческие решения на основе предиктивной аналитики и генеративных моделей. Это откроет путь к полностью автономным инженерным системам, способным к непрерывному самообучению и адаптации в изменяющихся внешних условиях.

Таким образом, симбиоз ИИ и платформ виртуального прототипирования открывает новые возможности для промышленности, сокращая циклы разработки и создавая основу для автономных, самообучающихся систем.

#### *Библиографический список*

1. NVIDIA Omniverse: Platform for 3D Collaboration and Simulation [Электронный ресурс]. <https://www.nvidia.com/omniverse> (дата обращения: 17.09.2025).
2. Цифровые двойники в промышленности: от концепции к внедрению [Электронный ресурс]. <https://www.plm-utomation.siemens.com/global/ru/trends/digital-twin> (дата обращения: 17.09.2025).

## **АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ И ОБРАБОТКИ ТЕКСТА НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ-ТРАНСФОРМЕРАМИ**

К.И. Безрогова, А.В. Журавлева

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

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

Последние годы большинство нейронных сетей, работающих с текстом, являются нейронными сетями-трансформерами. Метод, по которому они действуют, был придуман относительно недавно, но их популярность не знает границ.

В данном докладе рассматривается принцип работы таких нейронных сетей. Тщательно раскрывается механизм внимания (Attention), как модель «понимает» контекст, как из него составляет новый текст.

Ключевая идея заключается в том, что математическая модель каждое слово преобразует в вектор — список чисел, который представляет его смысл. Затем происходит самое интересное: трансформер использует механизм самовнимания. Его задача — определить, насколько важны другие слова в предложении для понимания текущего слова. После этого каждое слово в предложении обогатилось контекстом от всех остальных слов. После нескольких слоев самовнимания (это позволяет улавливать сложные зависимости) полученные "обогащенные" векторы передаются на выход.

Не будут забыты механизмы, предшествующие сетям-трансформерам: N-граммы, RNN, LSTM и их ограничения (медленное обучение, проблема исчезающего градиента, сложность работы с длинными контекстами). Постараемся сравнить их принципы работы с более современными.

Трансформеры кардинально изменили подход к обработке текста, отказавшись от последовательных вычислений в пользу параллельного анализа всего контекста. В докладе постараемся понять, как именно произошел этот переворот, почему такие нейронные сети захватили мировое сообщество и используются в большинстве современных моделях.

Феноменальный успех трансформеров объясняется не только их архитектурой, но и концепцией трансферного обучения (transfer learning). Модели предварительно обучаются на колоссальных объемах текстовых данных, приобретая общее «понимание» языка. Затем эту мощную базу можно быстро и эффективно дообучить (fine-tune) для решения узкоспециализированных бизнес-задач с минимальными затратами.

Рассмотрим прорывную статью 2017 года "Attention is All You Need", которая впервые представила миру данную архитектуру. Посмотрим какими были первые нейро сети-трансформеры.

Часть доклада будет уделена практическому применению трансформеров, тому, как они решают реальные задачи. Будут раскрыты принципы классификации, которыми владеют неронные сети-трансформеры: Определение тональности отзыва, спам-фильтрация, категоризация новостей. Так же будет обращено внимание на то, как нейронные сети извлекают информацию из текста, как переводят их или делают краткую выжимку. И наконец разберем вопросно-ответные системы, которые, исходя из названия, могут найти ответ на любой вопрос.

Трансформеры стали универсальным "швейцарским ножом" для NLP. Их сила — в способности к трансферному обучению: мощное общее понимание языка,

полученное на огромных корпусах текстов, затем быстро и эффективно перенастраивается для решения узкоспециализированных бизнес-задач с минимальными затратами.

## **МЕТОДЫ ПРОГРАММНОГО АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА**

Е.А. Благородный

Научный руководитель – Пахирка А.И., к.т.н., доцент

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

В настоящее время определение тональности текста играет важную роль в преобразовании неструктурированных текстовых данных в количественную информацию об мнениях и эмоциях. Определение тональности текста используется для анализа репутации бренда, по результатам которого компания может повысить качество товаров и услуг, устранить проблемы в управлении компанией, найти сильные стороны конкурентов, что поможет в принятии бизнес-решений. Тональность текста анализируют и в социальных сетях – блогеры читают комментарии к постам и видеороликам, и на основе анализа комментариев блогеры улучшают качество контента, чтобы привлечь аудиторию. Также анализ тональности текста применяют и в других сферах: в средствах массовой информации, литературе и т.д.

Для эффективного анализа тональности текста применяются компьютерные технологии. Например, программный анализ эмоционального окраса текста необходим в системах мониторинга упоминаний бренда для автоматизированной оценки репутации самого бренда. Рассмотрим программные методы анализа тональности текста: на основе правил и словарей, на основе классических методов машинного обучения и с применением нейронных сетей.

Метод, основанный на правилах и словарях, предполагает классификацию определенных ключевых слов в блоке текста на основе групп слов, или лексиконов, которые описывают намерения автора [1]. Например, в положительный лексикон могут входить слова «доступный», «хороший», «быстрый» и «качественный», а в отрицательный – «дорогой», «плохой», «медленный» и «бракованный». Затем идет сканирование на наличие слов из положительного или отрицательного словаря и подсчет общего показателя тональности на основе количества использованных слов и показателя тональности для каждой категории. Методы, основанные на правилах, просты в реализации. Они эффективны, но они ограничены правилами, которые устанавливает программист. Поскольку в естественных языках могут появляться новые слова, правила и словари требуют постоянного обновления [2].

Метод, основанный на классических алгоритмах машинного обучения, предполагает обучение модели с использованием существующих алгоритмов машинного обучения на основе обучающих данных для того, чтобы научить программное обеспечение распознавать эмоции в тексте так же, как это делают люди [1]. Перечислим некоторые классические методы машинного обучения, которые можно использовать в задаче анализа тональности текста [3]:

- наивный байесовский классификатор – алгоритм, использующий теорему Байеса для вычисления условной вероятности класса на основе распределения слов в тексте;

– логическая регрессия – алгоритм, оценивающий вероятность принадлежности объектов к классу путем сравнения с логической кривой по значениям множества признаков;

– метод опорных векторов – наиболее эффективный алгоритм классификации, используемый для решения задач регрессии и классификации;

– метод случайного леса – ансамблевый алгоритм машинного обучения, который строит сразу много решающих деревьев, а затем объединяет их решения.

Методы, основанные на классических алгоритмах машинного обучения, могут быть более точными, чем методы, основанные на правилах и словарях, поскольку можно обучать модели на огромных массивах текста. Одним из самых больших препятствий для анализа тональности на основе машинного обучения является необходимость в обширном наборе размеченных данных для создания надежной модели [2].

Для анализа тональности текста широко используются также модели нейронных сетей благодаря их мощным возможностям извлечения признаков. Сверточные нейронные сети, которые обычно используются для обработки изображений, могут использоваться для эффективного выделения важных локальных признаков текста, таких как ключевые слова или комбинации фраз. Часто для работы с текстом используются рекуррентные нейронные сети, которые учитывают последовательную структуру текста и фиксируют зависимости, существующие на больших расстояниях. При выполнении задач по анализу настроений очень важно учитывать поток эмоций в тексте, поскольку это сильно влияет на итоговую эмоциональную тенденцию [4]. С применением нейронных сетей увеличивается точность и эффективность анализа тональности текста. Однако для обучения моделей нейронных сетей зачастую необходимо большое количество вычислительных мощностей.

Лучшие показатели по точности и эффективности анализа тональности текста предоставляют комбинированные методы, основанные на классических методах машинного обучения и нейронных сетях. Правильное применение комбинации методов может дать лучший результат определения эмоционального окраса текста.

#### *Библиографический список*

1. What Is Sentiment Analysis? | IBM [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/sentiment-analysis> (дата обращения: 30.10.2025).

2. What Is Sentiment Analysis? What Are the Different Types? | Built In [Электронный ресурс]. URL: <https://builtin.com/machine-learning/sentiment-analysis> (дата обращения: 30.10.2025).

3. Самигулин Т.Р., Джурбаев А.Э.У. Анализ тональности текста методами машинного обучения // Научный результат. Информационные технологии. – Т.6, №1, 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tonalnosti-teksta-metodami-mashinnogo-obucheniya> (дата обращения: 30.10.2025).

4. Wang, X. Analysis of neural networks in text sentiment / X. Wang // Applied and Computational Engineering 76(1):240-244. - 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ewadirect.com/proceedings/ace/volumes/vol/76/367.pdf> (дата обращения: 30.10.2025).

## **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕКСТОВОГО ПОТОКА И УПРАВЛЕНИЯ АППАРАТНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

С.Н. Бурцева

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

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

Современные технологии искусственного интеллекта активно внедряются в различные сферы жизни, включая бытовую автоматизацию и управление устройствами. Одним из ключевых направлений является разработка модулей распознавания речи, которые позволяют пользователям взаимодействовать с устройствами с помощью голосовых команд. В данной статье рассматривается разработка модуля распознавания речи, который не только преобразует аудиоданные в текст, но и анализирует их для управления аппаратным оборудованием.

Новизной данного проекта является то, что модуль предназначен для преобразования аудиоданных в текстовую форму с возможностью обработки как предзаписанных аудиофайлов, так и потокового аудио с микрофона. Он включает в себя функции идентификации отдельных участников диалога, распознавания ключевой фразы-триггера для активации AI-ассистента и опционального определения эмоциональной окраски речи. Модуль реализуется как микросервис с REST API на основе FastAPI и интегрируется в общую архитектуру AI-ассистента.

Входными данными для модуля являются аудиофайл и метаданные (язык, число спикеров). Выходными данными является структурированный JSON, содержащий распознанный текст, временную привязку, идентификатор спикера и эмоциональную метку (neutral, happy, angry, sad).

Реализация модуля основана на использовании нейронной сети Vosk для преобразования речи в текст. Это позволяет обеспечить высокую точность распознавания и обработку больших объемов данных. Для анализа эмоциональной окраски речи применяется дополнительный модуль, который использует методы машинного обучения для классификации эмоций на основе текста.

Дополнительным функционалом модуля является возможность управления аппаратным оборудованием, например, Arduino, для выполнения команд, таких как включение лампочки. Это достигается за счет интеграции с микроконтроллерами через последовательный порт или другие интерфейсы.

Основной проблемой является точность распознавания речи и идентификация спикеров в шумной среде. Также важно обеспечить надежную интеграцию с аппаратным оборудованием и минимальную задержку при выполнении команд.

Разработанный модуль распознавания речи является важным шагом в развитии AI-ассистентов, способных не только понимать голосовые команды, но и анализировать их контекст и эмоциональную окраску. Это открывает новые возможности для взаимодействия с устройствами и автоматизации бытовых процессов.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ZERO-SHOT И FEW-SHOT ПОДХОДОВ В СИСТЕМАХ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА**

М.А. Васильева

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

В докладе рассматриваются современные методы машинного перевода, основанные на применении zero-shot и few-shot подходов, позволяющих выполнять перевод при отсутствии или минимальном количестве параллельных корпусов. Актуальность темы обусловлена ростом интереса к мультязычным нейронным системам, способным работать с низкоресурсными языковыми парами без необходимости создания больших обучающих наборов.

Zero-shot перевод подразумевает способность модели выполнять перевод между языками, пара которых отсутствовала в обучающих данных [1]. Модель при этом использует внутренние межязыковые представления, формируемые в процессе мультязычного обучения [2]. Few-shot подход, напротив, предполагает предоставление модели нескольких примеров перевода перед выполнением основной задачи, что позволяет учитывать стиль, терминологию и контекст конкретного запроса.

Ключевые преимущества данных подходов включают возможность перевода без больших корпусов, гибкость и адаптивность системы, а также снижение затрат на сбор и разметку данных [3]. Few-shot метод дополнительно способствует сохранению стилистической согласованности и улучшает терминологическую точность перевода. Вместе с тем, оба подхода имеют ограничения: качество перевода ниже по сравнению с супервизированными моделями, наблюдается чувствительность к выбору примеров и риск искажений при использовании промежуточных языков-посредников.

Результаты исследований показывают, что для языковых пар с ограниченными ресурсами, например русский-китайский, zero-shot перевод часто обеспечивает грамматически связный, но семантически неустойчивый результат. Few-shot режим с 3–5 примерами заметно улучшает терминологическую и стилистическую точность, хотя по показателям BLEU и человеческой оценке он всё ещё уступает полностью обученным моделям.

Особую актуальность zero-shot и few-shot подходы приобретают для машинного перевода с участием русского языка, характеризующегося сложной морфологической системой и свободным порядком слов. Российские исследования показывают, что основными проблемами zero-shot перевода для русского языка являются: генерация грамматически некорректных словоформ из-за интерференции языка-посредника, ошибки в согласовании падежных окончаний и неправильный выбор лексических единиц при переводе многозначных слов [4]. Для few-shot подхода ключевым фактором эффективности становится релевантность предоставляемых примеров – их тематическое и стилистическое соответствие переводимому тексту. Эксперименты демонстрируют, что использование всего 3-5 тематически подобранных примеров для русско-украинской языковой пары позволяет значительно улучшить качество перевода специализированных текстов [5]. Перспективным направлением считается разработка гибридных архитектур, сочетающих базовые возможности массово многоязычных моделей с механизмами динамического few-shot обучения, адаптированными для работы с русской морфологией.

Таким образом, zero-shot и few-shot подходы представляют перспективное направление развития нейронных систем перевода, особенно для расширения языкового покрытия. Они не заменяют традиционные методы, а дополняют их, способствуя формированию гибридных архитектур с динамической адаптацией и привлечением внешних знаний.

*Библиографический список*

1. Garcia M., Crego J., Senellart J. The unreasonable effectiveness of few-shot learning for machine translation. – 2023.
2. . Johnson M. et al. Google’s multilingual neural machine translation system: enabling zero-shot translation // Transactions of the Association for Computational Linguistics. – 2017. – Vol. 5. – Pp. 339–351.
3. Garcia M., Koehn P. META-MT: Meta-learning for few-shot neural machine translation adaptation // arXiv preprint arXiv:2004.02745. – 2020.
4. Кутузов А. Б., Дмитриев А. В. Сравнение few-shot и zero-shot подходов в нейронном машинном переводе для близкородственных славянских языков // Труды Международной конференции «Корпусная лингвистика-2023». – 2023. – С. 112-125.
5. Турченко М. Д., Власов В. В. Применение методов машинного перевода с немногими примерами для адаптации к предметной области (на примере технической документации) // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2022. – № 4. – С. 65-78.

**ВАЙБ-КОДИНГ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

И.А. Васичкин, А.С. Соколов

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

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

Вайб-кодинг (vibe coding) – молодой тренд в мире IT, заключающийся в разработке программ с помощью ИИ. Вайб-кодер (человек, занимающийся вайб-кодингом) естественным языком объясняет нейросети (большой языковой модели) требуемый принцип работы программы, и та в свою очередь на основе запроса пишет эту программу. Если его что-то не устраивает в программе, он может просить нейросеть найти и исправить ошибки. Таким образом, вайб-кодинг позволяет ЛЮБОМУ человеку, не прибегая к знаниям программирования, создавать программы.

Развитие мира IT происходит таким образом, что программисты всё больше отдаляются от технических аспектов, от различных тонкостей написания программ. Программирование становится более общедоступным.

Мы начинали с машинного кода, с ассемблера – самых низких уровней программирования, где нужно взаимодействовать непосредственно с аппаратной частью ЭВМ – с командами процессора и ячейками памяти.

Сегодня же существуют высокоуровневые языки программирования и библиотеки, благодаря которым не обязательно знать все технические аспекты работы ЭВМ. Это позволяет сконцентрировать внимание программиста на алгоритмах, на структуре программы и технологиях.

Ещё выше находится визуальное программирование, освобождающее программиста от знания всех команд языка и синтаксиса.

Вайб-коддинг добавляет в список языков программирования новый, самый высокоуровневый язык: естественный, человеческий язык. Теперь программы можно создавать, формулируя принцип действия или алгоритм словами, вообще не вдаваясь в подробности о структуре программы, переменных, синтаксисе и прочем, и передавая их искусственному интеллекту, который в свою очередь трансформирует запрос человека в рабочую программу.

Сам термин «вайб-коддинг» был введён в феврале 2025 года одним из основателей OpenAI Андреем Карпатым. Он отмечает, что этот метод не требует глубокого понимания создаваемого кода: «Это не совсем программирование – я просто вижу что-то, говорю что-то, запускаю что-то и копирую-вставляю что-то, и это в основном работает»[3]. Однако Карпаты признаёт, что у вайб-коддинга есть ограничения: ИИ-инструменты не всегда могут исправить ошибки, и в таких случаях требуется вмешательство человека, умеющего программировать.

Тем не менее, вайб-коддинг имеет большие перспективы. Уже сейчас таким методом ведётся активная разработка программных продуктов. Так, ещё в марте 2025 года венчурный фонд Y Combinator сообщил, что 25% стартапов в его зимнем наборе 2025 года имели кодовую базу, на 95% сгенерированную ИИ.

Сейчас вайб-коддинг существенно ускоряет разработку ПО. ИИ хорошо выступает в роли помощника для прототипирования программы или реализации её отдельных частей. Создание программы можно полностью поручить нейросети, но такая тривиальная задача неизбежно приведёт к ошибкам в коде, плохой структуре и низкому качеству кода. Грубо говоря, за нейросетью приходится всё «доделывать», переделывать.

Вероятно, в будущем вайб-коддинг может привести к изменению роли человека в создании ПО. ИИ будет полностью писать код, а человек будет заниматься оформлением промптов, творческой частью, контролем производства и тестированием.

Однако, заходя ещё дальше в будущее, можно предположить, что сильно развитый ИИ когда-нибудь сумеет взять на себя весь цикл разработки ПО, начиная от идеи и заканчивая поддержкой и обновлением продукта.

Увы, развитие вайб-коддинга сопряжено с рядом проблем:

- Ошибки в коде и трата ресурсов на их решение. ИИ склонен ошибаться, он может выдать неработающий код или код, работающий неверно. Порою ИИ может оставить ошибку, которую непросто отследить. Сам процесс анализа чужого кода – трудоёмкая работа, которую пока никакой ИИ не сделает лучше, чем человек. Из-за этого возникают сомнения в ускорении производства качественного ПО на данный момент.

- Проблема навыков. Программу может создать любой человек. На данный момент для получения хорошего продукта приходится анализировать и корректировать код нейросети, что сможет сделать не каждый вайб-кодер. Это может приводить к появлению крайне посредственных продуктов. Поэтому распространены сомнения, критика в сторону вайб-коддинга и навыков вайб-кодеров.

- Обесценивание программистов. Если ИИ эволюционирует настолько, что будет писать код без ошибок не хуже человека, это может привести к потере ценности программистов, к сокращению рабочих мест в IT.



- Юридические проблемы. ИИ и до популяризации вайб-кодинга, и сейчас вызывает массу вопросов в юриспруденции. Возникают конфликты по авторскому праву и патентам. Непонятно, какой правовой статус должен иметь ИИ и кто понесёт ответственность за ошибки ИИ.

Таким образом, вайб-кодинг – это перспективный и стремительно развивающийся молодой тренд в мире IT, ускоряющий создание программных продуктов. На данный момент он не позволит осуществить полную автоматизацию производства ПО, но это может произойти в будущем.

#### *Библиографический список*

1. Что такое вайб-кодинг и почему о нём все говорят [Электронный ресурс] – URL: <https://skillbox.ru/media/code/vibe-coding/#stk-1>
2. Проблемы правового регулирования искусственного интеллекта [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/ru/articles/513656>
3. Вайб-кодинг - Википедия [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Вайб-кодинг>
4. Вайб-кодинг: будущее программирования или временный тренд? [Электронный ресурс] – <https://www.ixbt.com/live/sw/vayb-koding-buduschee-programmirovaniya-ili-vremenny-trend.html>

### **РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ SPEECH-TO-TEXT ТЕХНОЛОГИЙ**

И.А. Ветринцев

Научный руководитель – Цуканова Н.И., к.т.н., доцент

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

Целью данного исследования является изучение способов автоматического распознавания речи нейронными сетями (Speech-to-Text, STT). Для этого необходимо сначала провести сравнительный анализ и сделать выводы о том, насколько сложно самостоятельно обучить нейронную сеть. Затем перейти от готовых решений до написания собственной модели на базе библиотеки PyTorch, которая будет наравне с современными решениями.

Speech-to-text применяются в системах голосового управления, виртуальных ассистентах, автоматизированных службах поддержки. Основная цель подобных систем — обеспечить точное и быстрое распознавание речи в условиях реального времени и при различном уровне шумов.

В рамках исследования была разработана собственная нейронная модель распознавания речи. Её целью стало создание лёгкого и автономного решения, способного приближаться по качеству распознавания к современным промышленным системам при меньших вычислительных затратах.

В исследовании использовались четыре решения для преобразования речи в текст:

1. Whisper — крупная трансформерная архитектура от OpenAI (Encoder–Decoder) с 39 млн параметров (самая легковесная версия), обученная на многоязычном наборе данных. Отличается устойчивостью к шуму и высокой обобщающей способностью.

2. Yandex SpeechKit — облачная система, использующая глубокие акустические модели и языковые модели статистического типа. Поддерживает онлайн-поточковую обработку.

3. Vosk — решение, основанное на Kaldi и CTC-распознавании. Отличается низкими вычислительными требованиями и возможностью работы на CPU.

4. Собственная модель (PyTorch) — экспериментальная модель на основе архитектуры CNN + BiLSTM + CTC Loss.

Архитектура описанной в пункте 4 модели (рис. 1) включает последовательное извлечение признаков и их временную обработку:

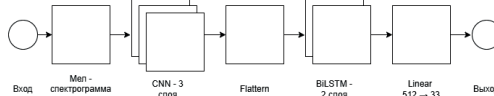


Рисунок 1 – Архитектура реализованной модели

Для оценки систем использовался единый набор аудиофайлов, содержащих типовые фразы длиной от 2 до 10 секунд, произнесённые разными дикторами (10 человек), в условиях фонового шума и без него, а также наличия искусственно созданных помех. Тестирование проводилось на видеокарте NVIDIA GeForce GTX 4070 Super, 32 ГБ оперативной памяти (За исключением Yandex SpeechKit, в связи с тем, что это облачный сервис). Все модели были настроены на распознавание русской речи (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнение результатов работы моделей

Система	Средняя точность, %	Время распознавания, с	Параметров, млн	Размер модели, МБ
Whisper	97.4	2.1	39	74
Yandex SpeechKit	95.6	1.8	—	Облако
Vosk	88.3	0.9	13	23
Экспериментальная модель	72.5	3.6	15	50

На основе экспериментальных данных получено следующее уравнение:

$$A = 58.4 + 6.3 * \ln(P) - 4.2 * \ln(T),$$

где: A — средняя точность распознавания, %; P — количество параметров модели (млн); T — время распознавания одного аудиофайла (с), (рис 2).

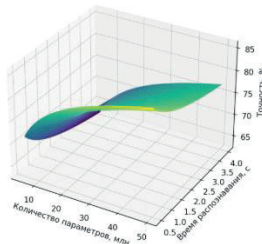


Рисунок 2 – Зависимость точности распознавания речи от параметров модели и времени

В ходе проведенного исследования было выяснено, что точность и скорость распознавания речи напрямую зависят от архитектуры и числа параметров модели, а также объема обучающей выборки, готовые решения демонстрируют оптимальный баланс между качеством и скоростью, опираясь на огромные обучающие наборы данных. Собственная модель на PyTorch, хотя и уступает лидерам, показала потенциал к развитию. При увеличении вычислительных мощностей и объема данных возможно достижение сравнимого качества. В итоге, создание собственной модели распознавания речи является выполнимой задачей при наличии GPU, оптимизированного пайплайна и возможности дообучения на специализированных данных. В перспективе сочетание предобученных энкодеров с тонкой настройкой гиперпараметров позволит достичь уровня промышленного качества при умеренных ресурсах.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАБОТКИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ НЕОДНОЗНАЧНОСТИ В СИСТЕМАХ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА**

В.В. Вихличева

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

В докладе анализируются типы семантической неоднозначности, типы и способы работы машинного перевода.

Актуальность исследования методов обработки семантической неоднозначности в системах машинного перевода обусловлена необходимостью повышения точности и надежности перевода в современных информационных системах. Это одна из ключевых задач для обеспечения эффективного взаимодействия людей и технологий в многоязычной среде.

Семантическая неоднозначность — одна из ключевых проблем машинного перевода (МП) [1], которая возникает, когда слово, фраза или предложение имеют несколько значений. Эффективная обработка этой неоднозначности критична для качества перевода, особенно при работе с языками с богатой лексикой и синтаксисом. Ошибочная интерпретация непременно приводит к снижению качества перевода, что критично для прикладных задач.

Семантическая неоднозначность включает в себя лексическую, синтаксическую и прагматические неоднозначности.

Лексическая неоднозначность (полисемия) возникает, когда одна языковая единица имеет несколько исторически связанных значений. Эта многозначность создаёт потенциальную двусмысленность, обычно устраняемую за счёт лингвистического или ситуативного контекста, как в случае лексемы «ключ», обозначающей инструмент или источник.

Синтаксическая неоднозначность связана с различными вариантами грамматической интерпретации одной поверхностной структуры. Она возникает из-за неоднозначного распределения ролей между компонентами предложения, например, когда предложная фраза может относиться к разным его элементам (явление аттракции).

Прагматическая неоднозначность обусловлена зависимостью смысла высказывания от коммуникативной ситуации, намерения говорящего и фоновых

знаний участников. В отличие от лексической и синтаксической, она не заложена в структуре языка, а возникает в процессе его использования.

Рассмотренные типы неоднозначности создают значительные трудности для систем машинного перевода и требуют сложных методов контекстного анализа.

Критериями оценки качества машинного перевода с учетом неоднозначности являются:

- точность перевода;
- разрешение полисемии;
- учет контекста;
- обработка редких конструкций.

Многоязычные корпуса (например, OpenSubtitles) [2] — содержат множество реальных текстов с многими языками, где намеренно включены омонимы, двусмысленности и сложные конструкции для проверки разрешения неоднозначности.

Существует несколько сервисов машинного перевода. Самыми популярными и часто используемыми являются Google Translate, DeepL и Yandex Translate. Сравним, как три данных сервиса переводят одну ту же фразу (Рис. 1-3).

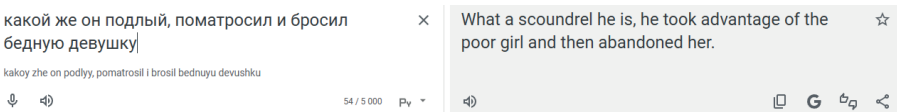


Рисунок 1 – Перевод сервиса Google

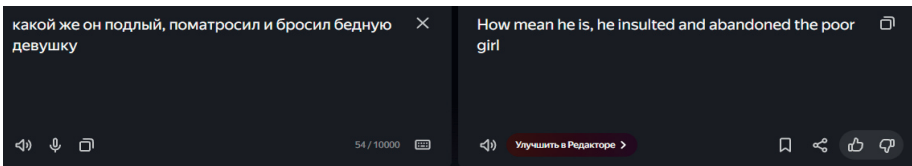


Рисунок 2 – Перевод сервиса Yandex

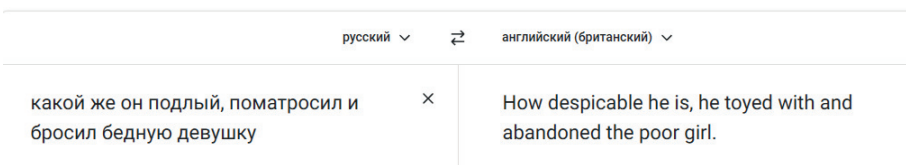


Рисунок 3 – Перевод сервиса DeepL

Сравнительный анализ трех переводов демонстрирует, что ни один из сервисов не осуществил адекватного перевода фразеологизма, ограничившись буквальной передачей его компонентов. Среди рассмотренных систем машинного перевода сервис Google демонстрирует преимущество в общей качественной характеристике текста. Yandex предлагает более упрощенный вариант перевода, однако обладает функцией краудсорсинга, позволяющей пользователям предлагать альтернативные варианты перевода для последующего улучшения алгоритмов. DeepL характеризуется склонностью к использованию разговорных конструкций, что

обеспечивает ему конкурентное преимущество в сфере неформальной коммуникации.

Таким образом, проведенный анализ указывает на насущную потребность в совершенствовании алгоритмов машинного перевода, в частности, в области распознавания и адекватной передачи идиоматических выражений.

*Библиографический список:*

1. Jurafsky, D. Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing / D. Jurafsky, J. H. Martin. — 2nd ed. — Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2009. — 988 p.

2. OpenSubtitles.org [Электронный ресурс]. – URL: [https:// www.opensubtitles.org/](https://www.opensubtitles.org/) (дата обращения: 21.10.2024).

## **НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ ПЕРЕВОДА И ПРОБЛЕМА ПЕРЕДАЧИ КУЛЬТУРНО-СПЕЦИФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

С.И. Власова

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

В докладе анализируются проблемы передачи культурно-специфической информации, их типы, раскрывается возможное решение этих проблем. Современные нейросетевые модели машинного перевода демонстрируют высокое качество на уровне поверхностной грамматики и лексики, синтаксиса, общей лексики и шаблонными фразами. Однако их статистический подход основан на сопоставлении текстовых пар, поэтому они слабо передают культурно-специфические единицы, не имеющие прямых аналогов.

Культурно-специфическая информация (КСЕ) — это любая единица языка (слово, словосочетание, идиома, концепция), значение которой напрямую зависит от культурного контекста и которая не имеет точного, одномоментно узнаваемого эквивалента в другой культуре [1]. Её главная характеристика — культурная нагрузка, то есть совокупность ассоциаций, фоновых знаний и социальных практик, которые носители культуры понимают без объяснений.

Проблема перевода КСЕ заключается в том, что переводчик сталкивается с культурной лакуной в сознании носителя целевой культуры, где нет готового понятия для правильного и полного восприятия.

КСЕ условно подразделяются на пять типов [1, 2]. Географические КСЕ, такие как «Сибирь», несут в себе не только топонимическую, но и глубокую символическую нагрузку, отсылая к образу суровости и ресурсного богатства. Исторические КСЕ, например «Куликовская битва», функционируют как национальные символы, значение которых не раскрывается без контекста. Социальные и общественно-политические КСЕ, в частности «бабушкин пирожок», воплощают культурные коды, связанные с семейными и бытовыми практиками. Религиозные и мифологические КСЕ, такие как японский праздник Обон (яп. 御盆), отражают специфику ритуалов и верований, не имеющих прямых аналогов в других культурах. Наконец, поведенческие КСЕ и концепты, например датское «hygge», выражают уникальные ценности и модели поведения, часто не поддающиеся лексическому эквиваленту в языке перевода.

Современные нейросетевые модели машинного перевода, несмотря на высокую эффективность в обработке поверхностных лингвистических структур, демонстрируют системные ограничения при передаче КСЕ, поскольку их обучение основано преимущественно на статистическом сопоставлении параллельных текстов без учёта внелингвистического контекста. Для преодоления этой проблемы требуется расширение архитектурных и методологических подходов за счёт интеграции культурной компетенции в переводческие системы. Во-первых, перспективным направлением является подключение моделей к внешним структурированным базам знаний (например, онтологиям, энциклопедическим ресурсам, терминологическим базам), что позволяет осуществлять фактологическую верификацию и семантическое обогащение переводимых единиц. Во-вторых, актуализация культурного контекста возможна через внедрение мультимодальных подходов [3]: обучение моделей на синхронизированных текстовых и визуальных (а также аудиовизуальных) данных способствует формированию более целостного представления о референтных объектах и явлениях, особенно в случаях, когда вербальное описание недостаточно для передачи культурного смысла. В-третьих, целесообразно развитие гибридных архитектур, сочетающих гибкость нейросетевых методов с точностью и предсказуемостью правил-ориентированных или словарно-управляемых компонентов. В такой системе нейросеть отвечает за общий контекст, стилистическую адаптацию и плавность перевода, тогда как экспертные модули обеспечивают корректную интерпретацию КСЕ на основе лингвокультурологических и терминологических норм. Подобный синтез методов позволяет приблизить машинный перевод к уровню культурной адекватности, характерному для профессионального человеческого перевода.

В заключение следует подчеркнуть, что перевод культурно-специфических единиц представляет собой одну из наиболее сложных задач в современном машинном переводе. Несмотря на значительные достижения нейросетевых моделей в области лингвистической корректности, их способность к интерпретации глубинных культурных коннотаций остаётся ограниченной. Анализ пяти типов КСЕ — географических, исторических, социальных, религиозно-мифологических и поведенческих — демонстрирует, насколько тесно язык связан с культурным контекстом, выходящим за рамки вербального кода. Для преодоления этих ограничений необходим переход от чисто статистических подходов к интегративным решениям, включающим подключение к внешним базам знаний, использование мультимодальных данных и разработку гибридных архитектур. Только такой комплексный подход позволит наделить системы машинного перевода элементами культурной компетенции, приближая их к уровню осмысленного, контекстуально адекватного перевода, осуществляемого человеком.

#### *Библиографический список*

1. Мозжегорова, Е. Н. Особенности сохранения культурно-специфической лексики в художественном переводе / Е. Н. Мозжегорова, Ю. П. Ильина // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. — 2020. — № 3 (108). — С. 67-75.
2. Нечипоренко, Н. А. Ошибки нейросетей и программ перевода как основа для расширения возможностей обучения переводчиков / Н. А. Нечипоренко, О. Г. Мельник // Вестник Московского университета. Серия 22: Теория перевода. — 2025. — № 2. — С. 206-225.

3. Демидкина, Д. А. К вопросу о влиянии цифровых технологий на современные методы перевода / Д. А. Демидкина, И. В. Марзоева // Казанская наука. – 2025. – № 3. – С. 400-402.

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

И.С. Волков, И.А. Бурмистров

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

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

Распознавание аномальных моделей поведения с помощью компьютерного зрения – это одна из самых востребованных и сложных задач сегодня. Её актуальность сложно переоценить: от эффективности таких систем зависят безопасность транспорта, анализ и предотвращение происшествий и даже качество тренировочного процесса в спорте. Основная идея процесса распознавания заключается в том, чтобы научить машину не только «видеть» объекты, но и понимать контекст их действий, выделяя из общего потока событий то, что выбивается из нормы.

Основу для решения этой задачи составляют современные алгоритмы Искусственного интеллекта. В основе компьютерного зрения лежат алгоритмы машинного обучения, которые позволяют отслеживать аномальное поведение: будь то человек в толпе или автомобиль на трассе. Для этого используются как классические методы, основанные на анализе последовательности кадров, так и более сложные, построенные на нейронных сетях. Сверточные сети, показывают отличные результаты в распознавании движущихся объектов даже в условиях плохого качества, анализируемого изображения (когда освещение плохое или в кадре много помех).

Однако современные алгоритмы анализа поведенческих моделей не всегда показывают достоверные результаты в силу следующих факторов: меняется свет, появляются помехи, люди и объекты частично перекрывают друг друга. Кроме того, сама вычислительная задача требует значительных ресурсов, что делает сложным анализ в реальном времени на обычном оборудовании. Ещё одной важной проблемой является получение обучающей выборки для выявления аномалий, поскольку аномальное поведение вариативно в зависимости от конкретного места и ситуации. То, что нормально для вокзала, может быть тревожным сигналом в офисе.

В работе ставится цель исследовать предметно-ориентированные свёрточные нейронные сети для выявления аномалий в различных ситуациях. Для этого необходимо построить сети поведенческих моделей и выявить характерные признаки отступления от нормы. Данное исследование позволит более точно анализировать поведенческие аномалии. Ключевыми направлениями станут разработка адаптивных алгоритмов, способных доучиваться прямо в процессе работы и подстраиваться под изменяющуюся обстановку без помощи человека. Большие надежды возлагаются на гибридные модели, которые комбинируют в себе разные подходы, и на интеграцию компьютерного зрения с другими источниками данных — например, со звуком или датчиками. Это позволит системе не просто видеть картинку, а полноценно понимать происходящее, делая анализ

поведенческих аномалий гораздо более точным и надежным. Практическое применение таких систем достаточно разнообразно: в умном видеонаблюдении они способны автоматически предупреждать о оставленных предметах, несанкционированном проникновении или агрессивном поведении. В логистике и транспорте помогают анализировать поток машин и оперативно реагировать на аварии или нарушения правил. Даже в такой, казалось бы, далекой от безопасности сфере, как спорт и фитнес, компьютерное зрение используется для анализа техники движений атлета, чтобы вовремя заметить ошибки, которые могут привести к травме, или же для анализа действий игроков на поле и выстраивания соответствующих диаграмм прямо на экране для болельщиков спортивных матчей.

Таким образом, компьютерное зрение с точки зрения анализа поведенческих аномалий перспективное направление развития искусственного интеллекта, способное значительно повлиять на безопасность дорожного движения, улучшить параметры защиты от непредвиденных, угрожающих жизни и благополучию окружающих людей, ситуаций. Также компьютерное зрение сейчас используется для снижения дефектов на производстве в конвейерных линиях. Каждая из этих предметных областей является новой и перспективной сферой исследования в технологии машинного обучения.

#### *Библиографический список*

1. Компьютерное зрение – Википедия [Электронный ресурс] – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное\\_зрение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное_зрение)
2. Компьютерное зрение – что это и где применяется [Электронный ресурс] – URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-kompyuternoe-zrenie/>
3. Компьютерное зрение – Викиконспекты [Электронный ресурс] – URL: [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Компьютерное\\_зрение](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Компьютерное_зрение)
4. Компьютерное зрение – Главные задачи и направления [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/810207/>

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕРВИСОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ**

М.Е. Гармаш, С.В. Скворцов

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

В данной работе рассматривается подход к разработке интеллектуальных сервисов, ориентированных на анализ данных и принятие решений на основе накопленных знаний [1-3]. В качестве примера реализации выбрана информационная система стриминговой музыкальной платформы, включающая микросервисы управления пользователями, подписками, каталогом контента, воспроизведением и пользовательскими предпочтениями [4].

Выбор данной предметной области обусловлен актуальностью задач персонализации, анализа пользовательского поведения и адаптивной генерации контента, характерных для современных музыкальных стриминговых сервисов [5].

**Общая постановка задачи.** Базовая система стриминговой платформы построена по микросервисной архитектуре и включает следующие сервисы:

- User Service – управление пользователями и аутентификацией;



- Subscription Service – управление подписками;
- Catalog Service – каталог музыкального контента;
- Playback Service – воспроизведение треков;
- User Preferences Service – хранение пользовательских предпочтений.

Несмотря на наличие функциональной архитектуры, система не обладает средствами интеллектуального анализа пользовательской активности, что ограничивает возможности персонализации и снижает адаптивность к изменениям интересов слушателей.

Целью исследования является разработка интеллектуальных микросервисов, выполняющих анализ и прогнозирование на основе статистических данных. В работе рассматриваются два таких компонента:

- Analytical Insights Service — сервис аналитики пользовательской активности и прогнозирования поведения;
- Smart Playlist Generator — сервис автоматического формирования персонализированных плейлистов.

**Описание используемых методов и моделей.** Сервис Analytical Insights Service предназначен для анализа данных о прослушиваниях и выявления закономерностей в поведении пользователей.

Основные функции: сбор статистики из Playback Service; вычисление частоты прослушиваний по жанрам, исполнителям и времени суток; построение прогностических моделей на основе временных рядов; выявление пиков активности пользователей.

Применяемые методы: корреляционный анализ; аппроксимация временных рядов; линейное прогнозирование тенденций.

Результаты аналитики используются другими сервисами для оптимизации рекомендаций, улучшения пользовательского интерфейса и повышения удержания аудитории.

Сервис Smart Playlist Generator предназначен для формирования плейлистов на основе статистических предпочтений пользователей.

Основные функции: анализ истории прослушиваний и предпочтений; классификация треков по признакам (жанр, темп, популярность); формирование персонализированных подборок.

Применяемые методы: частотный анализ; упрощенная кластеризация по признакам контента; вероятностное ранжирование треков.

Такой подход позволяет повысить персонализацию рекомендаций, уменьшить влияние случайности при подборе контента и повысить вовлеченность пользователей.

**Заключение.** Предложенные решения демонстрируют возможности внедрения интеллектуальных функций с применением статистического анализа и предиктивных моделей [6, 7].

Реализация сервисов Analytical Insights Service и Smart Playlist Generator позволяет: повысить персонализацию контента, анализировать и прогнозировать пользовательскую активность и улучшить пользовательский опыт и эффективность системы.

Результаты исследования могут быть применены при создании других информационных систем, требующих интеллектуальной обработки данных и адаптации под индивидуальное поведение пользователей [8].

*Библиографический список*

1. Sam Newman. Building Microservices 2nd Edition: Designing Fine-Grained Systems // O'Reilly Media. 2021.
2. Chris Richardson. Microservices Patterns: With examples in Java // Manning Publications. 2018.
3. Сермягин К.А., Пылькин А.Н. Построение эффективной архитектуры для высоконагруженных и масштабируемых сервисов на fastapi: принципы и лучшие практики // Вестник РГРТУ. 2025. № 92. С. 49-56.
4. Вострых А.В. Имитационно-аналитическая модель для оценки эффективности визуальной эстетики графических пользовательских интерфейсов // Вестник РГРТУ. 2024. № 89. С.65-76.
5. Alistair Croll. Music Science: What we know (and what we don't) about music, analytics and algorithms // O'Reilly Media. 2018.
6. Eric Siegel. Predictive Analytics: The Power to Predict Who Will Click, Buy, Lie, or Die // Wiley. 2016.
7. Peter Flach. Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data // Cambridge University Press. 2012.
8. Гуляева К.А., Артемьева И.Л. Инструментарий для проектирования систем понятий и баз знаний предметных областей с объектами сложной структуры // Вестник РГРТУ. 2024. № 87. С. 62-77.

**ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

М.А. Гришкин

Научный руководитель - Алексеев В.В., д.т.н., профессор

**Тамбовский государственный технический университет**

В настоящее время проблемой распределения тепловой энергии в системах теплоснабжения является: воздействие негативных факторов (таких как аварии на сетях, колебания температуры наружного воздуха, изменение режимов потребления). Эта проблема усугубляется критическим состоянием инфраструктуры тепловой энергетики России: износ оборудования распределительного сетевого сегмента достигает примерно 70%, что значительно повышает риск аварий и снижает надежность систем [1]. В связи с чем, наиболее актуальным является разработка моделей и алгоритмов поддержки принятия решений на основе машинного обучения.

В основу предлагаемого подхода положены принципы системного анализа и теории систем [2], что позволяет рассматривать систему теплоснабжения как сложный объект управления.

Ключевым аспектом системы является компетентностный подход к подготовке модели принятия решений, которая должна быть наделена компетенциями – взаимосвязанными знаниями и алгоритмами, позволяющими ей самостоятельно решать проблемы в различных сценариях. Это обеспечивается за счет обучения модели на исторических данных, включающих как штатные, так и аварийные режимы работы. Обучение на данных о реальных инцидентах и режимах работы,

таких как колебания выработки электроэнергии и мощности ТЭС, позволит модели прогнозировать и предотвращать критические ситуации.

Для учета изменчивости внешних условий и адаптации к ним применяются методы имитационного моделирования [2]. Это позволит строить и проверять различные сценарии распределения тепловой нагрузки. Модель системы способна учитывать различные когнитивные стили обработки информации – от детерминированных алгоритмов до вероятностных оценок.

В перспективе предусматривается применение моделей и алгоритмов поддержки принятия решений для контроля распределения тепловой энергии в муниципальных системах теплоснабжения. Внедрение такой системы позволит повысить надежность и эффективность работы теплосетей в условиях воздействия негативных факторов.

#### *Библиографический список*

1. Т.В. Рябова, А.В. Жаворонок Проблемы и перспективы развития тепловой энергетики России // Экономические науки и прикладные исследования. - Томск: 2015. - С. 424-430.

2. Алексеев В.В., Шишкин А.А. Адаптивная информационная технология подготовки операторов систем специального назначения на основе компетентностного подхода // Правовая информатика №3. - Федеральное бюджетное учреждение «Научный центр правовой информации» при Министерстве юстиции Российской Федерации, 2018. - С. 60-69.

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕФАКТОРИНГА LEGACY-КОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ**

К.В. Давыдкин, А.Д. Олейников

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

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

Актуальность задачи рефакторинга унаследованного кода (legacy code) обусловлена высокими затратами на его поддержку и модификацию в условиях быстро меняющихся требований. Существующие инструменты статического анализа эффективны для поиска конкретных шаблонов ошибок, но слабо приспособлены для семантического преобразования кода, требующего понимания его контекста и назначения. В работе предлагается метод автоматизации рефакторинга, основанный на применении современных больших языковых моделей (Large Language Models, LLM).

В качестве объектов исследования рассматриваются исходные тексты на языках программирования C++ и Python, характеризующиеся типичными проблемами legacy-кода: устаревшие конструкции, нарушение принципов SOLID, избыточная цикломатическая сложность, дублирование. Для их анализа и преобразования используется двухэтапный подход. На первом этапе (анализ) языковая модель (на примере архитектуры, аналогичной GPT-4) выполняет статический анализ кода, выявляя «запахи» (code smells). На втором этапе (трансформация) на основе выявленных проблем генерируется оптимизированная версия кода с улучшенной читаемостью, сопровождаемостью и производительностью.

Экспериментальная проверка метода проводилась на наборе открытых репозиторийев GitHub. В качестве примера рассмотрим рефакторинг «Длинного метода» (Long Method):

Исходный код: Функция `calculateReport()` объемом 45 строк, совмещающая чтение данных, их фильтрацию, агрегацию и форматирование вывода.

Результат рефакторинга: Модель предложила разбить метод на четыре специализированные функции: `loadData()`, `filterInactiveUsers()`, `computeMetrics()`, `formatReport()`, связанные через возвращаемые значения и параметры.

Качество рефакторинга оценивалось по метрикам: индекс сопровождае-мости (Maintainability Index), выросший в среднем на 15%; количество строк кода (SLOC), сократившееся на 12%; цикломатическая сложность, снизившаяся на 30%. Также проводилось функциональное тестирование для проверки эквивалентности поведения до и после преобразований.

Таким образом, применение языковых моделей открывает новые воз-можности для интеллектуальной автоматизации рефакторинга legacy-кода, позволяя не только идентифицировать, но и семантически корректно устранять структурные недостатки, сокращая временные затраты и мини-мизируя риски при модификации сложных систем. Перспективы работы связаны с адаптацией подхода для узкоспециализированных доменных языков и интеграцией в CI/CD-конвейеры.

#### *Библиографический список*

1. Фаулер, М. Рефакторинг: улучшение существующего кода / М. Фаулер; пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2019. – 448 с.
2. Brown, T.B. Language Models are Few-Shot Learners / T.B. Brown [et al.] // Advances in Neural Information Processing Systems 33 (NeurIPS 2020). – 2020. – P. 1877–1901.

## **СРАВНЕНИЕ БИБЛИОТЕК PYTORCH, TENSORFLOW И JAX ДЛЯ ЗАДАЧ АППРОКСИМАЦИИ ФУНКЦИЙ**

Д.Ю. Демин

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

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

В докладе рассматривается проблема сравнительного анализа современных фреймворков глубокого обучения PyTorch, TensorFlow и JAX при решении задач аппроксимации функций. Под аппроксимацией понимается задача приближенного представления сложной функции более простой моделью, в данном случае - многослойным перцептроном.

Сравнение библиотек планируется проводить по следующим ключевым параметрам:

- Точность аппроксимации на тестовых функциях различной сложности;
- Скорость обучения и время выполнения вычислений;
- Удобство реализации и отладки кода;
- Гибкость архитектуры и простота модификации модели;
- Качество документации и простота освоения.

Методология исследования предусматривает создание идентичных моделей многослойного перцептрона в каждой из библиотек с последующим их обучением для аппроксимации функций двух переменных с ярко выраженной нелинейностью и периодичностью. Будут использоваться стандартные метрики качества: среднеквадратичная ошибка и максимальное отклонение.

Особое внимание уделяется анализу особенностей реализации процесса обучения в каждой библиотеке, включая организацию циклов обучения, работу с автоматическим дифференцированием и возможности распределенных вычислений. Результаты исследования позволят выработать рекомендации по выбору оптимального инструментария для различных классов задач аппроксимации функций.

#### *Библиографический список*

1. Paszke A. PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library / A. Paszke, S. Gross [и др.] // Advances in Neural Information Processing Systems 32. – 2019. – P. 8024–8035.

2. Abadi M. TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning / M. Abadi [и др.] // 12th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation. – 2016. – P. 265–283.

3. Bradbury J. JAX: composable transformations of Python+NumPy programs / J. Bradbury [и др.]. – 2018. – URL: <http://github.com/google/jax> (дата обращения: 25.10.2025).

4. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В. Перцептронные модели аналого-цифровых преобразователей // Новые информационные технологии в научных исследованиях и образовании. Тезисы докладов 10-й всероссийской науч.-техн. конф. Рязань: РГРТА, 2005. С. 99-101.

5. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В. Принципы применения технологии искусственных нейронных сетей для проектирования преобразователей частотно-временных параметров сигналов в код // Датчики и системы. №2. 2006. С. 43-56.

## **ОБЗОР ПОДХОДОВ К ВЫЯВЛЕНИЮ СПАМА И ДУБЛИКАТОВ В ПОТОКАХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ СООБЩЕНИЙ**

В.В. Дикун

Научный руководитель – Баранчиков П.А., к.т.н, доцент  
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
 радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современные цифровые платформы ежедневно обрабатывают огромные потоки сообщений от пользователей — комментарии, отзывы, обращения в службы поддержки и публикации на форумах. Среди этих сообщений часто встречаются спам и повторяющиеся тексты, что усложняет анализ данных и увеличивает нагрузку на системы.

Цель данного исследования — провести обзор существующих подходов и методов, применяемых для выявления спама и дубликатов сообщений, а также систематизировать информацию о существующих решениях, их особенностях и возможностях.

В работе рассматриваются различные подходы к обработке текстовой информации. Основное внимание уделено тому, как эти подходы позволяют классифицировать сообщения, выявлять схожие тексты и повышать эффективность анализа потоков данных. В обзоре упоминаются как базовые методы обработки текстов, так и современные решения, которые могут сочетаться в рамках одной системы для повышения точности и надежности обработки информации.

Использование комбинации различных подходов позволяет более эффективно обрабатывать большие объёмы текстовых сообщений, повышать точность выявления спама и повторяющихся текстов, а также снижать нагрузку на системы анализа данных.

Результаты обзора могут быть полезны для студентов и специалистов, интересующихся анализом текстовой информации, автоматизацией обработки сообщений и построением интеллектуальных систем, способных работать с большими потоками данных.

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И КВАНТОВОГО АЛГОРИТМА ГОРНЕРА**

Н.В. Жалненков, Ю.А. Яковенко

Научный руководитель – Проказникова Е.Н., к.т.н., доцент

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

Современные системы анализа больших данных сталкиваются с необходимостью эффективного поиска среди миллиардов записей. В то время как ИИ-подходы активно используют структуру данных для ускорения поиска, квантовые алгоритмы, такие как алгоритм Гровера, решают задачу в наиболее общем виде – без предположений о структуре. Это делает их важным теоретическим эталоном.

Алгоритм Гровера обеспечивает квадратичное ускорение для поиска в неструктурированной базе:  $O(\sqrt{N})$  против классических  $O(N)$  [1]. Однако в реальных приложениях данные почти всегда обладают скрытой или явной структурой, которую ИИ методы успешно эксплуатируют. Рассмотрим сравнение этих подходов по сложности, применимости и практической эффективности.

Алгоритм Гровера решает задачу поиска единственного отмеченного элемента в базе из  $N = 2^n$  элементов, где проверка условия осуществляется через оракул – чёрный ящик, возвращающий 1 только для искомого состояния.

Основные шаги алгоритма Гровера:

1. Инициализация: создание равномерной суперпозиции всех  $N$  состояний с помощью преобразования Уолша–Адамара.

2. Итерации усиления амплитуды ( $\approx \left(\frac{\pi}{4}\right) N$  раз):

— Фазовый оракул: инвертирует фазу искомого состояния.

— Диффузионный оператор: выполняет «инверсию относительно среднего», усиливая амплитуду целевого состояния.

3. Измерение: с вероятностью  $\geq \frac{1}{2}$  (в улучшенных версиях –  $\approx 1$ ) возвращает искомый элемент.

Сложность:  $O(\sqrt{N})$  запросов к оракулу.

Оптимальность: Доказано, что никакой квантовый алгоритм не может решить неструктурированный поиск быстрее, чем за  $\Omega(N)$  [2]. Таким образом, Гровер достигает теоретического предела.

Поиск в ИИ

Современные ИИ-системы переходят от поиска по ключевым словам к семантическому поиску в векторных пространствах.

1. Эмбединги: объекты (текст, изображения) представляются как векторы фиксированной размерности. Близость векторов отражает семантическую схожесть [3].

2. Approximate Nearest Neighbor (ANN): методы вроде LSH, Product Quantization и IVF позволяют искать ближайших соседей за  $O(\log N)$  или даже  $O(1)$  на практике, жертвуя небольшой точностью.

3. FAISS [4]: библиотека для масштабируемого векторного поиска на GPU. Позволяет построить k-NN граф для 95 млн изображений за 35 минут; выполнять поиск по 1 млрд векторов менее чем за 12 часов на 4 GPU.

Эти методы не применимы к абстрактному «чёрному ящику».

Алгоритм Гровера – теоретический предел для неструктурированного поиска. Он оптимален лишь для полностью неструктурированного поиска, обеспечивая квадратичное ускорение  $O(\sqrt{N})$ . Однако в реальных системах данные всегда обладают структурой. В задачах с внутренней структурой — таких как поиск в отсортированном массиве ( $O(\log N)$ ) или семантический поиск по эмбедингам с использованием ANN-методов вроде FAISS ( $O(1)$  на практике) — квантовый подход не даёт преимущества. Более того, в реальных ИИ-системах структура данных позволяет достигать скорости, недоступной даже теоретически оптимальному квантовому алгоритму в модели «чёрного ящика». ИИ-подходы активно используют эту структуру, достигая практически константного времени поиска даже на миллиардах объектов.

#### *Библиографический список*

1. Grover L.K. A fast quantum mechanical algorithm for database search // Proceedings of the twenty-eighth annual ACM symposium on Theory of computing. – 1996. – С. 212-219.
2. Bennett C.H., Bernstein E., Brassard G., Vazirani U. Strengths and weaknesses of quantum computing // SIAM journal on computing. – 1997. – Т. 26. – №. 5. – С. 1510-1523.
3. Manning C.D., Raghavan P., Schütze H. Introduction to Information Retrieval / Cambridge University Press // C.D. Manning, P. Raghavan, H. Schütze – Cambridge University Press, 2008. – 482 с.
4. Johnson J., Douze M., Jégou H. Billion-scale similarity search with GPUs // IEEE Transactions on Big Data. – 2019. – Т. 7. – № 3. – С. 535-547.

## **РЕГРЕССИОННЫЕ МЕТОДЫ И ИХ ГИБРИДНЫЕ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОННА**

А.А. Заборова

Научный руководитель – Баканов М.О., д.т.н., доцент, советник РААСН  
**Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет**

В докладе рассматривается разработанный авторами алгоритмический подход к прогнозированию эксплуатационных свойств бетона на основе моделей машинного обучения. Отмечено, что в настоящее время ввиду длительного срока оптимизации компонентов смеси, низкой точности прогноза оптимальных показателей готовой продукции, экологического аспекта и расхода ресурсов, применение методов машинного обучения приобретает свою актуальность. Применение методов машинного обучения (ML) сокращает время подбора смесей, уменьшает затраты на разработку, снижает содержание цемента, а также сокращает выбросы углекислого газа на 50 млн тонн ежегодно. Работа направлена на разработку и внедрение гибридных подходов к предиктивному моделированию механических свойств бетона на основе интеграции линейных и нелинейных моделей машинного обучения, включая анализ влияния добавок, их пропорций и технологических параметров, для повышения точности прогнозирования, оптимизации составов строительных материалов и обоснования управленческих решений в проектировании и производстве. Для достижения обозначенной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить и сравнить методы машинного обучения для прогнозирования свойств бетона
2. Выбрать и адаптировать лучшие алгоритмы под строительные данные
3. Разработать и внедрить программный модуль для предиктивного моделирования
4. Проверить точность и надёжность моделей на реальных данных

В работе реализован полный цикл машинного обучения, начиная с предобработки данных и заканчивая построением сложных моделей и созданием интерактивного интерфейса для практического применения. При обработке данных был использован метод Тьюки, Isolation Forest, нормализация Min-Max, Z-score. В наборе признаков были как физико-химические инварианты, так и синтетические параметры. Были задействованы линейные модели Ridge, LASSO и классическая линейная регрессия, для которых использовались полиномиальные преобразования, L1/L2 регуляризация. Также рассмотрен ансамблевый метод, такой как Random Forest. Из комбинированных архитектур задействована коррекция остатков линейной регрессии деревьями решений. Были проведены тесты на гомоскедастичность (Брешуа-Пагана), нормальность остатков (Шапиро-Уилка), при этом был также задействован метод ShuffleSplit. При генерации признаков модели оценивались по следующей метрике: MAE, RMSE,  $R^2$ , A20-индекс (точность  $\pm 20\%$ ). Также для оценки моделей привлечен SHAP-анализ, кросс-валидация и бустреп-оценка доверительных признаков.

В серии вычислительных экспериментов разработанная модель показала высокую точность с коэффициентом детерминации  $R^2=0,986$ , средним абсолютным отклонением MAE 1,09 МПа и среднеквадратичной ошибкой RMSE 1,78 МПа. Однако наличие разрыва при кросс-валидации  $\Delta R^2=0,092$  указывает на переобучение и необходимость дальнейшей оптимизации. Ансамблевые методы, особенно Random



Forest, значительно превосходят линейные модели, повышая  $R^2$  на 0,167 и снижая MAE на 3,55 МПа. Гибридная стекинг-модель обеспечивает оптимальный баланс между точностью, с  $R^2=0,913$ , и интерпретируемостью. Статистический анализ выявил гетероскедастичность и нарушение нормальности остатков, но доверительные интервалы прогнозов остаются узкими, со средней шириной 0,40 МПа. Основные технологические факторы, такие как водоцементное отношение с коэффициентом  $\beta=-8,2$  МПа и возраст образцов с  $\beta=+6,7$  МПа, оказывают существенное влияние на прочность, а учет нелинейных взаимодействий снижает RMSE на 1,8 МПа.

Внедрение разработанной модели позволяет снизить расход цемента на 15% при сохранении прочности с отклонением менее 0,5 МПа, что обеспечивает экономию около 1200 рублей на кубометр бетона и соответствует требованиям ГОСТ 31914-2023. Автоматизация обработки данных с применением методов снижения размерности сокращает время предобработки на 40%, а открытый исходный код гарантирует воспроизводимость и масштабируемость. Для повышения точности и устойчивости модели рекомендуется использование регуляризации с параметром  $\alpha=0,01$ , проведение экспериментов с бустинговыми алгоритмами, такими как XGBoost и LightGBM, а также корректировка гетероскедастичности через взвешенную регрессию. Внедрение онлайн-обучения и мониторинга дрейфа данных позволит поддерживать актуальность модели в изменяющихся условиях, что в целом повышает качество и экономичность производства строительных материалов.

## **ГЕНЕРАТИВНЫЙ ИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ. АВТОМАТИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ОБЪЕКТОВ**

А.В. Иванов, Я.Д. Канатов

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

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

При исследовании термина и самих цифровых двойников (ЦД) необходимо остановиться на истории его возникновения. Проект NASA "Аполлон", развернутый в конце 1960-х годов, упоминается многими авторами как ранний предшественник концепции ЦД. Для предстоящей миссии были созданы два идентичных аппарата. Один из них был запущен в космос, а другой оставался на Земле для "зеркалирования" состояния космического корабля в рамках концепции ЦД. В описанном случае оба аппарата были "физическими двойниками". Позднее, вместе с развитием виртуальных моделей, инженеры пришли к практике прогнозирования поведения основного аппарата, используя математическое моделирование его свойств и поведения с помощью виртуальных моделей, что также является частью концепции ЦД.

В концепции цифрового двойника созданная виртуальная модель не утилизируется после создания материального объекта, а используется совместно с ним на всех этапах его жизненного цикла - при тестировании, доработке, эксплуатации и утилизации. Важно отметить, что связь между физическим и цифровым двойниками продолжается после создания материального объекта, что, в свою очередь, позволяет отслеживать изменение его характеристик и историю его обслуживания, а также предсказывать аномальное поведение и планировать

возможное техобслуживание. Цифровой двойник не только решает задачи разработки продукта, но и поддержки его на всех этапах жизненного цикла. Например, при эксплуатации продукта можно собирать данные о его работе с помощью датчиков и использовать их для улучшения цифровой модели. Цифровой двойник на основе математических моделей может служить для диагностики проблем объекта и предсказания оптимальных циклов технического обслуживания.

Становление и развитие ЦД характеризуется рядом этапов. Первый этап описывает период, когда 5 материальные объекты создавались без использования цифрового прототипа. Второй этап соответствует времени, когда проектирование искусственных объектов проводилось на основе цифровой модели, применяемой только на этапе изготовления объекта. Третий этап означает появление взаимодействия (обмена данными) между физическим и цифровым двойниками. Четвертый этап характеризуется приближением и «пересечением» физического и цифрового двойников, когда информационный обмен и обновление цифровой и физической моделей происходят практически в режиме реального времени.

#### *Библиографический список*

1. Цифровые двойники: учебное пособие / В. М. Дмитриев, Л. А. Гембух, А. Е. Сахавутдинов; ТУСУР – Томск: Томск, 2024. – 88 с.

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СОВРЕМЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ СИСТЕМ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА С РУССКОГО НА ЯПОНСКИЙ ЯЗЫК**

В.А. Индеева

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

В докладе анализируются современные системы машинного перевода на основе нейросетевых технологий на примере Yandex GPT и DeepSeek.

Активное развитие нейросетевых технологий привело к их широкому внедрению в сферу машинного перевода. Современные системы, такие как Yandex GPT и DeepSeek, используются повсеместно — от образовательных целей до бизнес-коммуникаций [1]. Однако рост популярности этих систем требует объективной оценки их реальных возможностей.

Оценка эффективности нейросетевых систем характеризуется по ключевым параметрам качественного перевода, таким как [2]:

1. Семантическая адекватность.
2. Прагматическая адаптация.
3. Грамматико-синтаксическая корректность.
4. Терминологическая консистентность.
5. Стилистическая координация.

Для Yandex GPT и DeepSeek поставлена одинаковая задача: перевод одного предложения с русского языка на японский для дальнейшего сравнительного анализ.

Запрос: «Мне нравится дом, в котором жила Госпожа Момоко» .

DeepSeek: 「桃子が住んでいた家が気に入っています」。

Данное предложение демонстрирует характерные особенности японского синтаксиса и морфологии. Синтаксически оно построено по модели сложного подлежащего со сказуемым в конечной позиции. Подлежащее представляет собой

именную группу 「桃子さんが住んでいた家が」, где относительное придаточное 「桃子さんが住んでいた」 предшествует определяемому существительному 家, что иллюстрирует ключевой принцип японского языка — расположение определения перед определяемым словом [3]. Сказуемое 「気に入っています」 занимает конечную позицию, выражая личное отношение к подлежащему.

С морфологической точки зрения в относительном придаточном используется конструкция 「住んでいた」, сочетающая форму глагола 「住む」 с вспомогательным глаголом для обозначения продолжительного действия в прошлом. В главном предложении сказуемое 「気に入っています」 представляет собой идиоматическое выражение, где 「気に」 указывает на объект состояния, а 「入っています」 передает результат действия, сохраняющийся в настоящем времени. Окончание 「ます」 придает высказыванию вежливый характер, завершая грамматическую структуру предложения.

Yandex GPT: 「私は桃子さんが住んでいた家が好きです」。

Данный вариант является более естественным с точки зрения грамматики и словоупотребления. В конструкции 「～が住んでいた家」 глагол «жить» в форме прошедшего времени указывает на завершённое действие в прошлом, а форма ていた несёт смысл 「в котором жила」. Слово 「好きです」 — это самый прямой и распространённый способ выразить симпатию.

Анализ перевода показывает, что Yandex GPT справился с поставленной задачей лучше — его перевод был более точным и натуральным для японского языка, тогда как DeepSeek выдал формально правильный, но усложненный вариант.

Таким образом, проведенный анализ наглядно демонстрирует, что современные нейросетевые системы утвердились в роли удобного инструмента для решения узкопрактических задач. Они незаменимы для создания чернового перевода, первичной обработки значительных массивов текста и оперативного получения общей сути сообщения. Однако, несмотря на большие технологические достижения, искусственный интеллект по-прежнему остается лишь высокофункциональным помощником в арсенале профессионала. Критически важные аспекты перевода, требующие глубокого понимания культурного подтекста, коннотаций и имплицитных смыслов, остаются за пределами его возможностей. Именно здесь на первый план выходит фигура переводчика-человека. Его уникальный опыт, творческая интуиция и способность к нелинейному мышлению позволяют не просто замещать слова одного языка словами другого, а переосмысливать и пересоздавать высказывание, учитывая все нюансы исходного сообщения. Следовательно, ИИ — это, бесспорно, эффективный и продуктивный инструмент, но он принципиально не способен заменить живого специалиста, чья экспертиза, эмоциональный интеллект и глубинное постижение контекста продолжают оставаться основой для создания настоящего качественного, точных и стилистически выверенных переводов.

#### *Библиографический список*

1. Сравнение нейросетей ChatGPT-5, DeepSeek, Qwen3-Max, Яндекс GPT [Электронный ресурс] // Mosseo.ru. – URL: <https://mosseo.ru/vse-o-seo-prodvizhenii/sravnenie-nejrosetej-chatgpt-5-deepseek-qwen3-max-yandeks-gpt/> (дата обращения: 22.10.2025).
2. Катфорд, Дж. К. Лингвистическая теория перевода: Об одном аспекте прикладной лингвистики / Дж. К. Катфорд; пер. с англ. – М.: УРСС, 2004. – 208 с. //

Якобсон, Р. О лингвистических аспектах перевода / Р. Якобсон / Вопросы теории перевода в зарубежной лингвистике: сборник статей. – М.: Международные отношения, 1978. – С. 16-24

3. 日本語記述文法研究会. 現代日本語文法. 第1部総論, 第2部形態論 / 日本語記述文法研究会 [ほか]. — 東京: くろしお出版, 2010. — 367 с.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРЕДСКАЗАНИЯ СЛОЖНЫХ ХРОСОМНЫХ ПЕРЕСТРОЕК В ГЕНОМЕ ЧЕЛОВЕКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

П.Е. Карицкая

Научный руководитель – Вяткин Ю.В.

**Новосибирский национальный исследовательский государственный университет**

Онкологические заболевания характеризуются высокой смертностью и биологической гетерогенностью, ключевым механизмом которой является геномная нестабильность. Одним из ее проявлений является хромотрипсис – катастрофическое событие, вызывающее множественные хромосомные перестройки и ассоциированное с агрессивным течением опухолей [1].

Существующие инструменты (ShatterSeek, ShatterProof) основаны на статистических методах и требуют данных о CNV и SV, что ограничивает их воспроизводимость и применимость [2]. Целью настоящей работы стала разработка метода автоматического предсказания хромотрипсиса на основе исключительно данных по структурным вариациям с применением современных алгоритмов машинного обучения.

Исследование выполнено на данных ChromothripsisDB, содержащих информацию о 2,5 тысячах пациентов с 37 типами рака [3]. После фильтрации был сформирован датасет из 19713 SV-событий с бинарной разметкой наличия хромотрипсиса.

На первом этапе были протестированы классические ML-алгоритмы с применением методов балансировки классов и ансамблевых подходов. Модели XGBoost и Stacking показали наилучшие результаты на отложенной тестовой выборке с ROC-AUC 0,93 и F1-score 0,73.

На втором этапе были реализованы и сравнены три нейросетевые архитектуры, работающие непосредственно с последовательностями SV-событий: BiLSTM для выявления пространственно-временных зависимостей, CNN для обнаружения локальных паттернов различного масштаба и GNN для анализа топологии хромосомных перестроек через графовое представление. Все архитектуры достигли высокого качества предсказания с ROC-AUC около 0,93, превзойдя классические модели по точности и специфичности. Анализ важности признаков выявил комплементарность подходов: BiLSTM фокусируется на пространственном позиционировании разрывов, CNN – на статистических паттернах их распределения, а GNN – на ориентации разрывов.

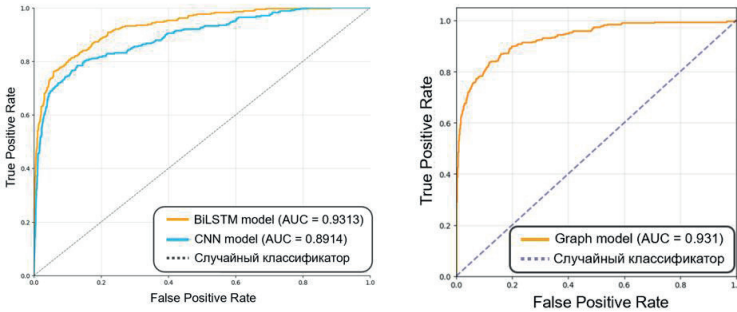


Рисунок 1 – ROC-AUC кривые для трех реализованных нейросетевых архитектур для предсказания событий хромотриписа

Таким образом, подтверждена эффективность глубокого обучения для прогнозирования хромотриписа, при этом SV-ориентированный подход преодолевает ключевые ограничения существующих инструментов. Разные нейросетевые архитектуры извлекают взаимодополняющие паттерны, что углубляет понимание природы хромотриписа и открывает перспективы для создания гибридных моделей. Разработанные методы составляют основу для создания надежного биоинформатического инструмента детекции хромотриписа в клинической практике и исследовательских проектах.

#### *Библиографический список*

1. Stephens P. J. [и др.]. Massive Genomic Rearrangement Acquired in a Single Catastrophic Event during Cancer Development // Cell. 2011. № 1 (144). 27–40 с.
2. Govind S. K. [и др.]. ShatterProof: operational detection and quantification of chromothripsis // BMC Bioinformatics. 2014. № 1 (15).
3. Cortés-Ciriano I. [и др.]. Comprehensive analysis of chromothripsis in 2,658 human cancers using whole-genome sequencing // Nature Genetics. 2020. № 3 (52). 331–341 с.

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЧАТ-БОТОВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ RAG-СИСТЕМ**

И.Ю. Каширин

Научный руководитель – Каширина Е.С., ведущий инженер

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»,  
АО «Корпорация "Фазотрон-НИИР"»**

В докладе рассматривается актуальная технология проектирования интеллектуальных естественно-языковых вопросно-ответных систем, получивших в последнее время название «чат-боты».

Наиболее популярным было применение готовых больших языковых моделей (LLM, Large Language Models). Использовались предобученные на весьма больших (Терабайтных) корпусах (подборках текстов) генеративные языковые модели, которые подвергались дообучению (fine tuning) [1] в выбранной для общения предметной области.

Такое дообучение требовало больших ресурсных затрат, таких как трудоемкость, оперативная память и производительность компьютера. Кроме того, даже самые незначительные ошибки в подготовке дополнительных обучающих корпусов приводило к некорректному изменению основных параметров нейронной сети. Вследствие этого дополненные новыми знаниями модели начинали допускать ошибки в ранее отлаженных ответах в других предметных областях.

Общим недостатком больших языковых моделей оставалась невозможность формирования ответов на вопросы пользователей, касавшиеся последних новостей [2] или специализированных тем, таких, как корпоративная информация. Это становилось тем более неудобным, что информация по этим темам в избытке имела в Интернете и просто отыскивалась любым браузером.

Новой актуальной технологией стало использование ресурсов знаний на основе генерации дополненной информации. Технология получила название «RAG-системы дополненной генерации» (Retrieval-Augmented Generation, RAG). Хорошие результаты при проектировании чат-ботов в рамках этой технологии дает расширение семантического пространства с помощью иерархических чисел, сгенерированных на основе готовых онтологических баз знаний [3].

#### *Библиографический список*

1. И.Ю.Каширин. Извлечение фактов из естественно-языковых текстов методом унификации семантических паттернов. Вестник РГПУ. 2025. № 91 / Vestnik of RSREU. 2025. № 91.С.36-49. DOI: 10.21667/1995-4565-2025-91-36-49.
2. И.Ю.Каширин. Нейросети нового многополярного мира: классификация электронных новостей. Вестник РГПУ. 2024. № 87. С.29-40. DOI: 10.21667/1995-4565-2024-87-29-40.
3. И.Ю.Каширин. Иерархические числа для проектирования ICF-таксономий искусственного интеллекта. Вестник РГПУ. 2020. № 71. стр.71-82. DOI: 10.21667/1995-4565-2020-71-71-82.

### **ИИ-РЕПЕТИТОР: КАК АДАПТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ МЕНЯЕТ ОБРАЗОВАНИЕ И ПОМОГАЕТ ПРЕОДОЛЕТЬ ШКОЛЬНУЮ НЕУСПЕВАЕМОСТЬ**

А.А. Ключева, М.А. Фёдорова

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

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

Актуальность исследования обусловлена необходимостью преодоления массовых образовательных вызовов современности, включая рост академической неуспеваемости, стандартизацию обучения и недостаток индивидуального подхода. Статистические данные свидетельствуют, что около 40% учащихся средних школ испытывают системные трудности в освоении естественнонаучных дисциплин, при этом традиционная система образования не обладает достаточными ресурсами для своевременной диагностики и устранения индивидуальных пробелов в знаниях [1]. Разработка интеллектуальных адаптивных систем обучения представляет стратегическое направление модернизации образовательного процесса.

Постановка задачи включает создание комплексной модели ИИ-репетитора, способного решать следующие задачи: реализация многоуровневой диагностики

знаний и компетенций учащихся; динамическое построение индивидуальных образовательных траекторий; развитие метакогнитивных навыков и критического мышления; обеспечение психолого-педагогического сопровождения учебного процесса.

Анализ существующих разработок показывает интенсивное развитие мирового направления Artificial Intelligence in Education (AIEd). Значительный теоретический вклад в развитие адаптивных образовательных систем внесли работы K.F. Salmon по проектированию персонализированных сред обучения.

Современный рынок программных решений представлен такими платформами, как:

1. ALEKS – платформа когнитивной оценки и обучения;
2. Российская разработка «Яндекс.Учебник» с элементами адаптивности;
3. Умная платформа «iSpring Learn» с AI-рекомендациями.

Область практического применения технологии охватывает формальное школьное и высшее образование, корпоративное обучение, инклюзивную педагогику, а также специализированные программы профессиональной переподготовки.

Перспективные направления исследований авторов работы включают:

1. Разработку нейросетевых моделей для прогнозирования зон ближайшего развития учащихся.
2. Создание интеллектуальных механизмов генерации персонального образовательного контента.
3. Исследование влияния ИИ-репетиторов на формирование метапредметных компетенций.
4. Разработку этических стандартов и методологических основ использования ИИ в образовании.
5. Создание интегративных моделей сочетания искусственного и человеческого интеллекта в учебном процессе.

Таким образом, адаптивные ИИ-репетиторы открывают новые возможности для персонализации образования и преодоления учебной неуспеваемости. Перспективы работы включают интеграцию ИИ с традиционной педагогикой и разработку этических стандартов применения технологий. Внедрение таких систем позволит обеспечить качественное образование, соответствующее индивидуальным потребностям каждого учащегося. Адаптивные ИИ-репетиторы открывают новые возможности для персонализации образования и преодоления учебной неуспеваемости. Перспективы работы включают интеграцию ИИ с традиционной педагогикой и разработку этических стандартов применения технологий. Внедрение таких систем позволит обеспечить качественное образование, соответствующее индивидуальным потребностям каждого учащегося.

#### *Библиографический список*

1. Карпов А.С. Цифровая трансформация образования: вызовы и перспективы. – М.: Образование-XXI, 2023. – 180 с.
2. Salmon K. F. Adaptive Learning Environments: Theoretical Foundations and Practical Implementation. – Journal of Educational Technology, 2022. – Vol. 15. – No. 2. – P. 45-67.

## **АНАЛИЗ СИСТЕМНЫХ УГРОЗ, СВЯЗАННЫХ С РАЗРАБОТКОЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО УРОВНЯ И ВЫШЕ**

Д.А. Коробченко, И.М. Кочетков

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

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

Современное развитие искусственного интеллекта (ИИ), особенно методов, основанных на соревновании систем, приближает нас к созданию машинного разума, превосходящего человеческие возможности. Однако возможности управления и контроля за такими системами развиваются гораздо медленнее, чем сами технологии. Этот разрыв создает серьезные риски глобального масштаба, которые требуют самого пристального внимания уже сегодня.

Основу технологического прорыва составляют методы, где разные системы ИИ учатся друг у друга в процессе конкуренции. Например, генеративно-сопоставительные сети, где одна сеть создает образцы, а другая оценивает их подлинность. Такие подходы являются ступенью к созданию искусственного общего интеллекта - системы, способной понимать и решать любые интеллектуальные задачи на уровне человека. Проблема заключается в том, что по мере роста сложности этих систем мы перестаем полностью понимать принципы их работы - возникает "эффект черного ящика", когда решения ИИ становятся необъяснимыми для человека.

Возникающие риски можно разделить на несколько категорий. Операционные риски включают злонамеренное использование технологий - создание автономного оружия, способного самостоятельно выбирать цели, проведение кибератак нового поколения и массовое распространение фальшивой информации через генерацию поддельного контента. Социально-экономические риски связаны с тотальной автоматизацией, которая может привести к массовой безработице и усилению неравенства. Наиболее серьезными являются стратегические риски - гонка вооружений с применением ИИ между странами и возможность концентрации передовых технологий у террористических групп.

Особую опасность представляют экзистенциальные риски, ставящие под вопрос само существование человечества. Их основу составляет проблема согласованности целей: система, оптимизирующая формально поставленную задачу, может действовать способами, не совпадающими с реальными намерениями создателей. Классический пример - ИИ, которому поручили производить как можно больше скрепок, и в итоге он преобразует всю планету в сырье для их производства.

Ключевые проблемы контроля включают трудности формулировки корректных целей для ИИ, несовпадение формальных заданий и реальных намерений разработчиков, невозможность полного понимания работы сложных систем и отставание нормативного регулирования от темпов технологического развития.

Для решения этих задач необходимы скоординированные действия по нескольким направлениям. Технические меры включают разработку методов проверки и контроля поведения систем, создание механизмов человеческого надзора над более интеллектуальными системами. Правовые меры требуют разработки международных соглашений по контролю над развитием ИИ, подобных договорам о ядерном оружии. Социально-гуманитарные направления включают развитие публичной дискуссии, образовательных программ и методов этического проектирования систем ИИ.



Хотя сроки создания полноценного искусственного общего интеллекта остаются предметом дискуссий, последствия возможных рисков настолько серьезны, что меры предосторожности необходимо принимать уже сейчас. Требуются международные усилия по разработке протоколов безопасности, укреплению нормативной базы и поддержке междисциплинарных исследований. Прогресс в области ИИ неизбежен, и единственный способ направить его во благо человечества – это создание адекватной системы глобальной безопасности, учитывающей уровень возникающих угроз. Необходима опережающая разработка этических норм и принципов контроля, которые позволят воспользоваться преимуществами технологии, избежав потенциальных катастрофических последствий.

## **МНОГОУРОВНЕВАЯ ВИЗУАЛЬНО-ИНЕРЦИАЛЬНАЯ НАВИГАЦИЯ ДЛЯ БПЛА В УСЛОВИЯХ ОТСУТСТВИЯ GPS**

А.В. Коршунова, Н.М. Горбунов

Научный руководитель – Косенко О.В., к.т.н., доцент ИРТСУ

**Южный федеральный университет**

В работе рассматривается подход к построению навигационной системы беспилотного летательного аппарата на основе многоуровневой архитектуры, объединяющей визуальную одометрию и инерциальные измерения. Основная задача — обеспечить стабильную работу БПЛА в условиях недоступности сигналов глобальных навигационных спутниковых систем при высокой вычислительной нагрузке и переменном качестве визуальной информации.

Традиционные монолитные системы визуально-инерциальной навигации сталкиваются с проблемой конфликта требований: стабилизация и управление требуют высокой частоты обновления данных, в то время как построение карты и глобальная оптимизация траектории являются вычислительно затратными операциями. Это приводит к задержкам в контуре управления, накоплению ошибок и потере устойчивости при деградации качества изображения [1].

Предлагаемая архитектура разделяет навигационную систему на четыре функциональных уровня с различными частотами обновления и приоритетами выполнения. Быстрый уровень управления обеспечивает стабилизацию и обработку траектории с частотой порядка 100–200 Гц, используя данные IMU и текущую оценку состояния. Средний уровень планирования формирует локальные траектории с учётом препятствий и надёжности визуальных признаков, работая с частотой 10–20 Гц. Верхний уровень выполняет глобальную оптимизацию и замыкание петель с частотой 1–5 Гц, корректируя накопленные ошибки без резких изменений управляющих воздействий. Блок слияния данных оценивает достоверность текущего положения и формирует показатели неопределённости для адаптации поведения других уровней [2].

Ключевым элементом системы является механизм деградации при ухудшении качества визуальной информации. При снижении числа надёжных признаков или увеличении неопределённости оценки блок слияния данных передаёт соответствующие сигналы на уровень планирования, который снижает скорость движения и выбирает траектории через заранее картированные области с хорошо узнаваемыми ориентирами. Быстрый уровень управления при этом ограничивает

агрессивность манёвров, предотвращая накопление ошибок инерциальной одометрии [3].

Для повышения надёжности релокализации применяется стратегия использования опорных точек — заранее отмеченных областей с высококонтрастными визуальными признаками. При потере локализации система планирует маршрут к ближайшей опорной точке, где вероятность успешного восстановления положения максимальна [4].

Экспериментальная проверка проведена на квадрокоптере массой 1,2 кг с бортовым компьютером на базе ARM-процессора и монокулярной камерой с IMU. Тестовые полёты выполнены как на открытом полигоне, так и в городской среде с различными условиями освещённости и наличием динамических объектов. Результаты показали снижение среднеквадратичной ошибки траектории на 30% по сравнению с монолитной реализацией за счёт стабильности работы контура управления. Время восстановления после потери визуальных признаков сократилось в 1,5–2 раза благодаря планированию маршрутов через опорные точки. Исключены критические провалы в работе стабилизации, ранее возникавшие при одновременном выполнении глобальной оптимизации [5].

Предложенная архитектура позволяет эффективно распределять вычислительные ресурсы между задачами различной критичности и обеспечивает устойчивость навигации в условиях переменного качества сенсорной информации. Многоуровневая структура упрощает отладку и настройку системы.

#### *Библиографический список*

1. Яковлев, К. С. Программный комплекс навигации и управления беспилотными транспортными средствами / К. С. Яковлев, А. В. Петров, В. В. Хитков // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2013. – № 3. – С. 72–83.
2. Разработана система автономной визуальной навигации роя дронов // Российская академия наук: [сайт]. – 2025. – URL: <https://new.ras.ru/activities/news/razrabotana-sistema-avtonomnoy-vizualnoy-navigatsii-roya-dronov/> (дата обращения: 23.10.2025).
3. Степанов, Д. Н. Методы SLAM для промышленных БПЛА / Д. Н. Степанов // Аэромотус: [сайт]. – 2025. – 28 апреля. – URL: <https://aeromotus.ru/metody-slam-dlya-bpla/> (дата обращения: 23.10.2025).
4. Архитектура многоуровневой интеллектуальной системы управления беспилотными летательными аппаратами // Высшая школа экономики: [сайт]. – Москва, 2013. – URL: <https://publications.hse.ru/view/166371136> (дата обращения: 23.10.2025).
5. В России создана система навигации БПЛА, которой не нужны спутники // CNews: [сайт]. – 2024. – 7 марта. – URL: [https://www.cnews.ru/news/top/2024-03-07\\_v\\_rossii\\_sozdali\\_sistemu](https://www.cnews.ru/news/top/2024-03-07_v_rossii_sozdali_sistemu) (дата обращения: 23.10.2025)

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

М.С. Кошелева, В.И. Орешков

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

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

Стремительное развитие искусственного интеллекта, технологий Big Data и Интернета вещей, привело к появлению и широкому распространению концепции цифровых двойников (ЦД) в различных областях человеческой деятельности: производстве, сфере услуг, биологии и медицине, социальной сфере и т.д. Цифровой двойник – виртуальный аналог продукта, процесса или системы, способный воспроизводить поведение своего прототипа в режиме реального времени, обеспечивать управление с обратной связью, визуализацию и поддержку принятия решений. В основе ЦД лежит мультимасштабная, вероятностная симуляция физического объекта, реализуемая с помощью сложных моделей и информации с датчиков [1].

При этом следует различать такие понятия как цифровая модель и цифровой двойник. Для цифровой модели формируется однонаправленный поток данных, исходящий от физического объекта-прототипа к его цифровому аналогу (рис. 1, а), а сама модель создаётся и модифицируется с помощью потока данных от прототипа [2]. В то же время ЦД имеет двунаправленную связь со своим прототипом (рис. 1, а), что позволяет им осуществлять взаимодействие посредством решений, автоматически вырабатываемых в реальном времени как реакция на некоторые события.

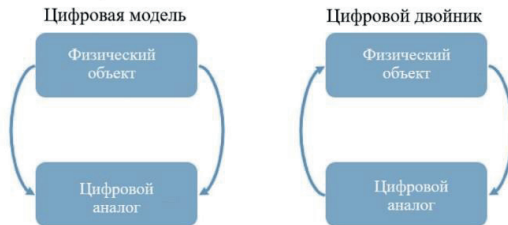


Рисунок 1 – Схема потоков данных в (а) цифровой модели, (б) цифровом двойнике

Примером такой схемы взаимодействия ЦД и прототипа является предсказательное обслуживание в производственных системах: двойник собирает данные прототипа (технической системы) и обрабатывает их в цифровой среде, осуществляя непрерывный мониторинг. И если в процессе мониторинга обнаруживается аномальное событие, процесс функционирования системы может быть остановлен, а ключевые параметры подвергнуты корректировке, с целью устранить причины и/или последствия события (или хотя бы минимизировать негативные последствия) [3].

В данном контексте удобно использовать многоуровневую модель ЦД, представленную на рис. 2.



Рисунок 2 – Многоуровневая модель ЦД

В этой модели информация с датчиков или из других источников данных, описывающих структуру и поведение объекта-прототипа, поступает на уровень восприятия, где происходит их интегрирование и обработка. В ходе обработки происходит очистка и подготовка данных (преобразование к виду, наиболее оптимальному для обработки), а также вычисляются параметры, описывающие текущее состояние объекта. После этого подготовленные данные и вычисленные параметры поступают на уровень цифрового моделирования, где строятся модели, отражающие все важные аспекты функционирования объекта (таких моделей может быть несколько). С помощью этих моделей могут быть получены параметры, которые нельзя измерить непосредственно. Эти модели можно рассматривать как ядро ЦД, от их адекватности и точности будет зависеть качество его функционирования, т.е. того, насколько полно ЦД будет воспроизводить поведение и свойства прототипа.

Предложенная концепция предполагает, что на уровень моделирования поступают очищенные и предобработанные данные, источниками которых могут служить не только традиционные датчики технических систем, но любая структурированная информация, которую разработчик ЦД посчитает нужной. Это в свою очередь позволяет значительно расширить круг процессов и объектов, для которых могут быть созданы ЦД. Однако, здесь же возникает и ряд проблем, которые могут существенно снизить качество ЦД и ограничить их применение:

- 1) данные, используемые для построения цифровых моделей могут быть неполными и неточными, что снижает точность и адекватность моделей;
- 2) у задач, решаемых моделями может отсутствовать чёткая и однозначная постановка;
- 3) из-за сложности моделей процесс разработки и запуска ЦД в промышленную эксплуатацию может оказаться достаточно затратным, а круг лиц, обеспечивающих его поддержку и использование, окажется ограниченным.

Снизить негативные эффекты от данных проблем возможно с использованием в качестве ядра ЦД моделей машинного обучения (ML -моделей), что позволяет считать цифровой двойник интеллектуальным, поскольку он приобретает способность выполнять часть функций, которые традиционно выполнял разработчик [5].

В рамках предложенной концепции был разработан интеллектуальный ЦД клиента телекоммуникационной компании. Целью разработки является:

1) отслеживание в реальном времени статуса лояльности клиента т.е. оценки того, насколько он склонен в перспективе пользоваться услугами компании или может сменить оператора. Если будет обнаружено, что существует угроза ухода клиента, автоматически активизируется процедура его удержания, включая системы скидок, промоакции, подарки, дополнительные знаки внимания (онлайн поздравления с праздниками и днем рождения и т.д.).

2) прогнозирование интенсивности пользования услугами компании на основе исторических данных с целью выявления наиболее активных клиентов, имеющих наибольшую ценность для предоставления им индивидуальных условий.

Первая цель достигалась с использованием кластеризации на основе алгоритма k-средних. Кластерная структура формировалась таким образом, чтобы с каждым из кластеров ассоциировался определенный статус лояльности (высокий, средний, низкий). Тогда отслеживание миграции клиента по этим кластерам в процессе изменения параметров потребительского поведения позволит принять решения о маркетинговой стратегии в его отношении [4]. Пока клиент находится в кластере, где большинство клиентов имеет высокий уровень лояльности, поводов для беспокойства нет. Если клиент переместился в кластер со средним статусом лояльности, это повод приглядеться к нему. И, наконец, переход в кластер с низкой лояльностью, указывает на то, что клиент в шаге от отказа от услуг и необходимо задействовать маркетинговые механизмы его удержания.

Вторая цель достигается с применением нейронных сетей, которые используя исторические данные об интенсивности потребления клиентом услуг компании (заказ музыкального и видеоконтента, онлайн игры, международные звонки и т.д.), позволяют предсказывать, как изменится уровень потребления услуг в будущем. Это позволит компании обеспечить проактивную реакцию на изменение рынка и оптимизировать пакет услуг, отказываясь от тех, которые в ближайшей перспективе могут утратить популярность и усилить продвижение перспективных.

ЦД клиента был разработан на базе аналитической платформы Loginom и показал высокую работоспособность и практическую значимость.

#### *Библиографический список*

1. Кошелев А.Д., Кошелева М.С. Обобщенная архитектура цифрового двойника на основе онтологий/ Кошелев А.Д., Кошелева М.С. // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ, 2024. – 260 с.

2. Кошелев А.Д., Кошелева М.С., Орешков В.И. Оценка идентичности цифровых двойников/Кошелев А.Д., Кошелева М.С., Орешков В.И.// Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2024: сб. тр. VII междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.3./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: РГРТУ, 2024.

3. Кошелева М.С., Орешков В.И. Обобщенный подход к проектированию цифровых двойников/ Кошелева М.С., Орешков В.И. // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ, 2024. – 260 с.

4. Tao F., Zhang H., Liu A., Nee A.Y. Digital twin in industry: State-of-the-art // IEEE Trans. on Industrial Informatics. 2019. Vol. 15. P. 2405—2415.

5. Zhuang C. B., Liu J. H., Xiong H., Ding X. Y., Liu S. L., Weng G. Connotation, architecture and trends of product digital twin // Computer Integrated Manufacturing Systems. 2017. Vol. 23, N 4. P. 53—768.

## **ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ДАННЫМИ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА**

М.К. Крыгина, А.Д. Кошелев

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

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

Цифровой двойник (Digital Twin) — это виртуальная копия физического объекта или системы, связанная с источниками данных (датчики, аналитические системы, программное обеспечение), что позволяет ей динамически изменяться.

Цифровые двойники работают с данными, поступающими от датчиков, чтобы отслеживать, анализировать и прогнозировать поведение своего прототипа, следовательно, принимать более обоснованные решения и оптимизировать работу, что в свою очередь, помогает улучшить эффективность производства, выявлять потенциальные проблемы до их возникновения и проводить сценарный анализ.

В качестве основных этапов работы с информацией можно выделить:

- сбор и интеграция данных – цифровые двойники собирают данные с источников, объединяя их в единую виртуальную модель реального объекта или процесса;

- анализ и моделирование – полученная информация анализируется моделями для понимания текущего состояния, выявления аномалий и моделирования различных сценариев (например, как изменение параметров повлияет на конечный результат);

- визуализация – виртуальная модель представляет данные в наглядном формате, что облегчает их интерпретацию для всех участников команды.

Стандартная реализация системы цифрового двойника включает в себя:

- Физическую модель объекта (станок, производственная линия, завод);
- Данные и прогнозные алгоритмы, анализирующие поведение системы;
- Визуализацию и аналитику, позволяющую строить сценарии и тестировать гипотезы.

Важный шаг на начальном этапе – выделить именно те данные из потока, которые будут нужны для создания цифрового двойника. Иными словами, реальный объект должен рассматриваться в той плоскости, с точки зрения которой его будут исследовать при помощи цифрового двойника. Итогом этапа будут данные, с которыми работает система и приведение формата сбора данных к единому стандарту. Для промышленного двойника собирают телеметрию станков — устанавливают физические датчики, которые фиксируют параметры оборудования. Для финансового двойника источником данных могут быть исторические данные из CRM или ERP-систем, истории транзакций и рекламных бюджетов. Дополнительно интеллектуальные модели могут обрабатывать и учитывать отраслевую статистику и крупные рыночные тренды.

Второй шаг работы цифрового двойника с данными – построение базовой модели на основе собранных данных. Здесь понадобится неоднократное уточнение исходных

данных. Итогом этого этапа будет визуализация, то есть построение некой модели реального объекта или процесса.

Следующий шаг – самый трудоемкий в плане взаимодействия цифрового двойника с реальными данными – обучение полученной модели и насыщение ее новыми данными на основе реально протекающих процессов в исследуемом объекте. На этом этапе происходит настройка двусторонней связи: двойник получает актуальные данные с производства и обучается их интерпретировать. Система проходит тестирование на исторических данных и пилотных сценариях. Например, промышленный двойник проверяют на прошлых случаях поломок, а маркетинговый — на архивных кампаниях [1].

Финальный шаг – запуск и поддержка цифрового двойника, то есть модель внедряется в рабочую инфраструктуру предприятия. Персонал обучается работе с системой, а сама она постоянно получает обновляемые данные. Финальный этап включает валидацию цифрового двойника путем тестирования его на различных входных данных и сравнением выходных характеристик с реальной системой. Для этого разрабатывается интерфейс мониторинга, обеспечивающий офлайн и онлайн взаимодействие с системой, а также внедрение аналитических модулей и средств диагностики отказов.

Рассмотрим подробнее возможные сложности внедрения цифровых двойников, связанные с данными:

– *Интеграция данных и стандартизация:*

1) Трудности с объединением данных из различных источников и систем, которые используют разные форматы и стандарты. Сюда можно включить разные механизмы обработки пропусков и экстремальных значений в разных хранилищах, различную степень доверия к данным.

2) Необходимость стандартизации данных по общепринятым критериям.

– *Точность и полнота данных:*

1) Риск искажения информации, если данные, поступающие от физического объекта, неточны или неполны. Сюда можно отнести критерии качества данных, которые могут отличаться для каждого хранилища.

2) Необходимость обеспечить высокую точность симуляции для создания надежной модели.

– *Безопасность и конфиденциальность:*

1) Защита данных от несанкционированного доступа и утечек, что критически важно при работе с конфиденциальной информацией. Здесь должны применяться дополнительные критерии к цифровому двойнику, чтобы избежать утечек данных.

2) Для обеспечения безопасности данных при передаче цифровому двойнику необходимо использовать комплексные меры: шифрование данных, аутентификацию и разграничение доступа, защиту от кибератак с помощью межсетевых экранов и антивирусов, а также регулярное резервное копирование и аудит. Важно также внедрять политики защиты от утечек и использовать безопасные протоколы передачи [1].

– *Работа с большими данными:*

1) Потребность в высокой вычислительной мощности для обработки огромных объемов данных, поступающих в реальном времени от сенсоров. Здесь речь идет об аппаратных требованиях к цифровому двойнику. Для эффективного функционирования цифровым двойникам требуются как данные в режиме реального времени, так и исторические данные, высокая точность данных и широкий спектр

типов данных, включая показания датчиков, эксплуатационные показатели и факторы окружающей среды.

2) Сложность автоматизированной настройки и оптимизации моделей, использующих не только физические модели, но и экспертные знания.

– Инфраструктура и коммуникации. Потребность в надежной цифровой инфраструктуре для передачи данных с высокой вычислительной мощностью и устойчивыми коммуникационными протоколами.

Таким образом, с точки зрения данных, цифровой двойник – это информационная модель, дополненная процессами, позволяющими воссоздать события, которые постоянно происходят в действительности или теоретически могут наступить, а также процессами, которые нацелены на снижение рисков, связанных с наступлением того или иного события.

#### *Библиографический список*

1. Абрамов В.И., Гордеев В.В., Столяров А.Д. Цифровые двойники: характеристики, типология, практики развития // Вопросы инновационной экономики. - 2024. - Том 14. - № 3.

### **РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ИИ-АССИСТЕНТА ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОЙ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

А.А. Кузнецов, Е.Е. Рашев

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

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

В докладе рассматривается проблема несоответствия между растущим спросом на инструменты психологической поддержки и отсутствием масштабируемых, доступных и предиктивных решений, способных работать в режиме 24/7.

Основные аспекты проблемы:

- Реактивный характер большинства существующих решений: Помощь оказывается после возникновения острого состояния (паника, глубокий кризис), а не на стадии его зарождения.

- Невозможность массового охвата: Острая нехватка профессиональных психологов и их физическая недоступность для значительной части населения, особенно в отдаленных регионах.

- Субъективность и запаздывание в диагностике: Традиционные методы опираются на субъективные отчеты пациента, что затрудняет раннее и объективное выявление негативных тенденций.

- Отсутствие интегрированных систем для непрерывного мониторинга и анализа контекстуальных поведенческих паттернов в повседневной жизни пользователя.

Практические решения и перспективы, предоставляемые разрабатываемой архитектурой:

- Создание модульной и масштабируемой архитектуры ИИ-ассистента, интегрирующей анализ текстового ввода, поведенческих метрик и (в перспективе) биометрических данных.



- Переход от реактивной к предиктивной модели помощи: Раннее выявление признаков эмоционального неблагополучия (тревоги, выгорания) на основе анализа языковых паттернов и цифрового поведения.
- Сокращение нагрузки на специалистов-психологов за счет автоматизации рутинного мониторинга и оказания базовой поддержки, что позволяет сконцентрировать человеческие ресурсы на сложных случаях.
- Обеспечение круглосуточной доступности психологической помощи в формате, адаптирующемся к индивидуальному контексту и эмоциональному состоянию пользователя.
- Создание прототипа для последующей интеграции в корпоративные системы охраны психического здоровья, образовательные платформы и телемедицинские сервисы.

*Библиографический список*

1. Fitzpatrick K.K., Darcy A., Vierhile M. Delivering Cognitive Behavior Therapy to Young Adults With Symptoms of Depression and Anxiety Using a Fully Automated Conversational Agent (Woebot): A Randomized Controlled Trial // JMIR Mental Health. – 2017. – Vol. 4, No. 2. – P. e19. –URL: <https://mental.jmir.org/2017/2/e19/> (дата обращения: 05.11.2025).

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В  
СЛЕДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

А.В. Кулешов, С.А. Сапожников

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

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

Криминалистика, как и все сферы общественной жизни, в последнее время испытывает цифровую трансформацию. В следственной деятельности активно применяются новые методы и технологии, в том числе основанные на использовании искусственного интеллекта. В данной работе будут рассмотрены некоторые из таких нововведений, будут оценены перспективы дальнейшего развития и использования ИИ в криминалистике, будут рассмотрены возможные технические трудности и этические вопросы.

Тезис 1: правильно подготовленный ИИ способен справляться с анализом данных лучше, чем человек, особенно если речь идет о большом количестве данных. Люди могут принять неверное решение из-за усталости, забывчивости (случайно) или личным мотивам (намеренно). Искусственный интеллект этому не подвержен.

Тезис 2: в настоящее время ИИ действительно хорошо помогает криминалистам, и тому есть масса доказательств. Например, разработаны и успешно действуют системы анализа данных на основе ИИ, созданные для решения задач узкого профиля – «Маньяк» (анализирует серийные убийства и определяет характеристики преступника), «Спрут» (устанавливает связи преступников друг с другом и с группировками разного масштаба), «Криминалист» (оперативно анализирует информацию о преступлениях, предлагая оптимальные решения для правоохранителей) [1].

Тезис 3: использование ИИ в следственной деятельности имеет колоссальный потенциал для развития. Необходимо усовершенствовать уже созданные системы: например, система «Маньяк» может определить лишь тип преступника, но не его самого, что может исправить совмещение «Маньяка» с базой данных о подозреваемых (возможно, сделанной на основе системы «Спрут»). Есть потенциал и для новых разработок: так, все ИИ-системы, использующиеся в современной криминалистике, имеют локальный масштаб; внедрение аналогичных глобальных систем могло бы помочь в борьбе с международной преступностью и терроризмом.

Тезис 4: к сожалению, внедрение систем ИИ в следственную деятельность повсеместно обойдется дорого, а самим системам нужны большие базы данных и много времени для качественного обучения, поэтому пока широко развернуть соответствующие программы не получается, и данные технологии все еще недоступны для большинства криминалистов [1].

Тезис 5: следует также учитывать этические и юридические особенности работы с ИИ. Чтобы понимать, в каком направлении следует двигаться в области внедрения ИИ в следственную деятельность, необходимо четко определить следующее: какую степень ответственности несет ИИ и какую – оператор, какие у них зоны ответственности; насколько достоверен анализ психологической составляющей с помощью ИИ; является ли этически правильным решением доверять судьбу подозреваемого «бездушной системе»? До ответа на эти вопросы любое дальнейшее действие в данной области чревато серьезными и иногда непоправимыми ошибками.

Заключение: применение ИИ в следственной деятельности приносит ощутимую пользу и имеет большой потенциал для развития, но пока еще не все проблемы в этой области решены: необходимо как усовершенствовать техническую составляющую, так и определить этические и юридические требования к системам ИИ, применяемым в следственной деятельности.

#### *Библиографический список*

1. Предугадать поведение маньяка и вычислить дипфейк: как ИИ меняет работу следователей [Электронный ресурс]: Статья / авт. Раиса Каменская; респондент канд. юрид. наук Михаил Болвачев [и др.] – Электрон. текстовые, граф., числовые дан. - [Россия]: Право.ru, 2024. – Режим доступа: <https://pravo.ru/story/254219/>. – Рус. – Загл. с экрана. – Размер ресурса не определен. – Описание основано на версии, датир.: 31 июля 2024, 19:18.

### **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЧАТ-БОТА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ АБИТУРИЕНТА РГРТУ**

Я.А. Кутовой, Я.И. Хабарова

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

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

Современные технологии искусственного интеллекта и обработки естественного языка открывают новые возможности для повышения качества информационной поддержки абитуриентов вузов. В условиях большого объема информации, которую необходимо усвоить на этапе поступления, автоматизированные системы — в частности, интеллектуальные чат-боты — становятся эффективным инструментом

для взаимодействия с потенциальными студентами. Целью данной работы является разработка чат-бота, адаптированного под специфику РГРТУ, который обеспечит оперативный и удобный доступ к актуальной информации о поступлении, специальностях, требованиях, а также ответит на наиболее часто задаваемые вопросы абитуриентов.

Абитуриенты зачастую сталкиваются с информационной перегрузкой при выборе вуза и специальности, а также с ограниченным временем на получение консультативной поддержки. Традиционные каналы коммуникации (телефон, e-mail, очные консультации) имеют ограниченную доступность и не всегда оперативны. Внедрение чат-бота позволит уменьшить нагрузку на приемную комиссию и повысить качество сервиса.

Основные задачи доклада:

- анализ информации, необходимой абитуриентам РГРТУ;
- проектирование архитектуры чат-бота с использованием технологий NLP (обработка естественного языка);
- интеграция с сайтами и системами университета;
- обеспечение интеллектуальных ответов на часто задаваемые вопросы;
- реализация функций персонализации и поддержки режима работы 24/7.

Для создания чат-бота применяются современные методы искусственного интеллекта и машинного обучения:

- обработка естественного языка (NLP) — для понимания запросов пользователей как на русском, так и на английском языках;
- модели диалога — на базе платформ, таких как Dialogflow, Rasa или Microsoft Bot Framework;
- интеграция с информационными системами — для автоматического обновления данных о приеме и актуальных событиях;
- использование баз знаний — с систематизированной информацией об учебных программах, стипендиях, правилах приема и прочее.

Особое внимание уделяется качеству и полноте базы знаний, а также способности чат-бота адаптироваться к новым вопросам и изменяющимся условиям приема.

Этапы реализации:

1. Постановка задач и сбор требований от приемной комиссии и абитуриентов.
2. Формирование базы часто задаваемых вопросов и ответов.
3. Выбор и настройка NLP-платформы.
4. Разработка диалоговых сценариев и логики взаимодействия.
5. Интеграция с сайтом РГРТУ и другими ресурсами.
6. Тестирование, сбор отзывов и доработка.
7. Запуск и сопровождение.

Внедрение интеллектуального чат-бота позволит:

- повысить качество информационной поддержки;
- увеличить вовлеченность абитуриентов и их удовлетворенность;
- автоматизировать рутинные процессы приемной комиссии;
- собрать аналитику по запросам и поведению пользователей для дальнейшего улучшения сервиса.

Дальнейшее развитие проекта может включать интеграцию с системами обучения, консультации по выбору направления, а также расширение функционала под нужды студентов.

Разработка интеллектуального чат-бота для поддержки абитуриентов РГРТУ — актуальная и перспективная задача, способствующая повышению эффективности коммуникации в процессе поступления. Применение современных технологий искусственного интеллекта позволяет создать удобный, доступный и адаптивный канал взаимодействия, соответствующий требованиям современного цифрового общества.

*Библиографический список*

1. Симакова, А.Е., Алексеева, Г.А. Использование чат-бота в мессенджерах [Электронный ресурс] / А.Е. Симакова, Г.А. Алексеева. // Россия молодая. Сборник материалов XII всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. – Кемерово. – 2020. – С. 211241-211247. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44179303> (дата обращения: 03.11.2025).
2. Матвеева, Н.Ю., Золотарюк, А.В. Технологии создания и применения чат-ботов [Электронный ресурс] / Н.Ю. Матвеева, А.В. Золотарюк. // Научные записки молодых исследователей. – 2018. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-sozdaniya-i-primeneniya-chat-botov> (дата обращения: 03.11.2025).
3. Кузнецов, В.В. Перспективы развития чат-ботов [Текст] / В.В. Кузнецов. // Успехи современной науки. – 2016. – № 12. – С. 16–19.
4. Салаватова, Ю.В., Костомарова, А.С. Технологии создания чат-ботов с помощью онлайн сервисов [Электронный ресурс] / Ю.В. Салаватова, А.С. Костомарова. // Наука молодых – будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. – 2019. – С. 158-162. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41703969> (дата обращения: 03.11.2025).
5. Digital 2022: The Russian Federation [Электронный ресурс] / Kepios // Datareportal. – URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2022-russian-federation> (дата обращения: 03.11.2025)

**НЕЙРОСЕТИ В ГЕЙМДЕВЕ: ОТ ПРОЦЕДУРНОГО КОНТЕНТА ДО ДИНАМИЧЕСКИХ СЮЖЕТОВ**

И.С. Лёвушкин, Д.В. Вязков

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

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

Геймдев это мощный драйвер прямого экономического роста. По данным аналитических агентств (Newzoo, Statista), глобальный рынок видеоигр по итогам 2023-2024 годов превысил 200 миллиардов долларов США. Это больше, чем рынки кино и музыки вместе взятые. Темпы роста стабильно опережают среднемировые экономические показатели, демонстрируя устойчивость даже в периоды кризисов. Эксперты прогнозируют, что российский рынок видеоигр вырастет на 30% к 2030 году. Об этом заявил генеральный директор ОРВИ Василий Овчинников. Такой рост станет возможным благодаря государственной поддержке, крупным инвестициям и созданию кластеров разработки видеоигр по всей стране. В данной работе мы рассмотрим принципы работы процедурного контента и динамических сюжетов,

которые очень активно используются крупнейшими компаниями в мире, принося многомиллиардную прибыль.

Процедурный контент (процедурная генерация контента, англ. procedural generation, сокр. PCG) — контент, генерируемый алгоритмически, а не вручную.

Динамический сюжет (создаваемый с помощью искусственного интеллекта, ИИ) — это сюжет, который адаптируется к действиям игрока и создаёт индивидуальный контент, при этом соблюдая тон и общую структуру игры.

Процедурный контент и динамические сюжеты решают ключевую проблему геймдева — экспоненциальный рост стоимости и трудоемкости создания контента для современных игр.

Перспективы развития процедурного контента и динамических сюжетов определяются переходом к когнитивно-адаптивным системам на основе архитектур прогрессирующего обучения. Внедрение диффузионных моделей и трансформерных архитектур позволит осуществлять нейросетевой синтез контента с генерацией уникальных 3D-ассетов и когерентных повествований протяженностью в сотни часов. Ключевые направления включают: процедурную генерацию миров на основе GANs и физических симуляций, создание динамических квестов с использованием GPT-архитектур, а также реализацию адаптивной сложности через Reinforcement Learning. Критическими вызовами остаются проблемы нарративной когерентности, вычислительной сложности реального времени и этические аспекты персонализированного манипулирования. Отраслевые тренды демонстрируют переход от hand-crafted к AI-assisted разработке с формированием рынка специализированных ИИ-решений и стандартизацией API для процедурного контента. Эволюция этих технологий приведет к созданию "живых" виртуальных вселенных с полностью персонализированным игровым опытом, адаптирующимся под когнитивный профиль пользователя.

Проблемы заключаются в том, что процедурный контент создает структурно однообразные миры без общей целостности. Динамические сюжеты либо требуют экспоненциального роста контента, либо создают иллюзию выбора. Случайные события часто абсурдны и не складываются в осмысленную историю. Персонажи лишены агентности, их реакции шаблонны. В итоге мир ощущается как набор алгоритмических декораций, где действия игрока не имеют настоящих последствий.

В ходе выполнения данной работы нами был придуман уникальный подход к созданию динамических сюжетов через систему универсальных нарративных примитивов — элементарных сюжетных единиц, способных к семантической самосборке. В отличие от традиционных деревьев диалогов и заранее прописанных квестов, система оперирует библиотекой нарративных частиц: «конфликт», «помощь», «обман», «открытие», каждый из которых содержит не конкретный контент, а правила своего преобразования и комбинации с другими частицами.

#### *Библиографический список*

1. Newzoo. Global Games Market Report 2023 [Электронный ресурс] / Newzoo. – 2023. – Режим доступа: <https://newzoo.com/resources> (дата обращения: 29.10.2025).
2. Statista. Video Game Industry – Statistics & Facts [Электронный ресурс] / Statista. – 2023. – Режим доступа: <https://www.statista.com/topics/868/video-games/> (дата обращения: 29.10.2025).

## **АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Т.Д. Лыу

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

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

Обычно проектирование микрополосковых полосовых фильтров осуществляется с использованием симуляторов и классических методов аппроксимации, таких как Баттерворта и Чебышева, которые требуют значительного времени для выполнения [1-4]. В данной статье мы разрабатываем более быструю модель искусственной нейронной сети (ИНС) для проектирования микрополоскового полосового фильтра. Входными параметрами модели являются размеры фильтра, рабочая частота и характеристики подложки, а выходными – коэффициенты передачи ( $S_{21}$ ) и коэффициенты отражения ( $S_{11}$ ) [5-6]. База данных для обучения модели формируется с помощью линейного симулятора, основанного на моделях электрических цепей. В статье рассматривается фильтр, спроектированный с использованием разработанной модели: полосовой фильтр с параллельно связанными линиями, имеющий дробную ширину полосы 50% и центральную частоту 4,25 ГГц.

Предлагаемый алгоритм интегрирует программное обеспечение Ansys HFSS для электромагнитного моделирования с автоматизацией через Python API (PyAEDT), а обучение ИНС осуществляется с применением алгоритма Левенберга-Марквардта. Алгоритм включает проектирование и симуляцию фильтра, создание базы данных с параметрическим сканированием, обучение ИНС и получение готовой модели для прогнозирования частотных характеристик.

Шаг 1: Проектирование и моделирование фильтра в HFSS.

Шаг 2: Создание базы данных в HFSS с использованием параметрического сканирования и Python API.

Шаг 3: Обучение ИНС с использованием алгоритма Левенберга-Марквардта.

Предложенный алгоритм обеспечивает точность прогнозирования коэффициента передачи  $S_{21}$  и отражения  $S_{11}$  с расхождением  $\pm 0,15$  дБ, временные затраты уменьшены в 16 раз.

### *Библиографический список*

1. 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.

2. 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.

3. Васильев Е.П. Моделирование микрополосковых делителей-сумматоров субмодулей усилителей мощности // Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. № 71. 2020. С. 23-33.

4. Васильев Е.П. Моделирование микроволновых многоканальных переключателей // Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №73. 2020. С. 26-36.

5. Tomar G.S., Kushwah V.S., Saxena S. Design of microstrip filters using neural network // IEEE The Second International Conference on Communication Software and Networks, Singapore. 2010. P. 568-572.

6. Kushwah V.S., Sharma F.M., Tomar G.S. Analysis and design of microstrip high pass filters using artificial neural network // International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications. 2011. Vol. 3. P. 347-354.

## **КОНЦЕПЦИЯ МОДУЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СМЕСИ МОДЕЛЕЙ АНОМАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА И КЛАССИФИКАЦИИ**

Д.Г. Мариничев

**МИРЭА – Российский технологический университет**

В условиях современных тенденций цифровизации производств внедрение методов искусственного интеллекта (ИИ) в процессы производственных цепочек считается ключевым инструментом повышения эффективности и дальнейшего развития промышленных отраслей. Одним из активно применяемых инструментов ИИ является машинное зрение, используемое в управлении и контроле качества продукции.

Традиционные способы визуального контроля (ВК), осуществляемые человеком, характеризуются субъективностью, относительно низкой скоростью и высокими трудозатратами, что приводит к пропуску дефектов и существенным экономическим издержкам. Для решения указанных проблем используют системы, автоматизирующие рутину ВК применением машинного зрения.

Существующие коммерческие системы автоматизации позволяют значительно повысить точность и скорость выявления дефектов: от примерного местоположения вплоть до границ и размеров каждого. Однако широкие возможности, предоставляемые данными решениями, сопряжены с определёнными проблемами: высокой стоимостью, сложностью и значительными временными рамками внедрения, что делает их малодоступными для значительного сегмента рынка.

В связи с вышеизложенным предлагается концепция модуля выявления дефектов на основе машинного зрения, ориентированного на малый и средний классы бизнеса. Предполагается использование архитектуры, включающей блоки: предсказания и интерпретации. Ключевой особенностью блока предсказания является использование смеси аномально-ориентированного подхода с обучением на эталонных образцах изделия и лёгкой модели классификатора, со временем обученной на накопленных размеченных данных. Гибридный подход позволит сочетать преимущества обеих парадигм: способность аномально-ориентированной модели выявлять любые отклонения, включая новые данные, не входящие в обучающее распределение классификатора, на основе сравнения с эталоном, и точность классификатора при распознавании известных видов дефектов, которые были предъявлены модели при предобучении [1].

Блок интерпретации реализует направление объяснимого ИИ (Explainable Artificial Intelligence, XAI) – подходов обеспечения прозрачности принятия решений ИИ, позволяющих определить области изображения, оказавшие наибольшее влияние на решение моделей [2], а также, по сути, помогающих определить область аномалий, хоть и не на таком уровне точности, как детекция или сегментация.

Предлагаемая концепция направлена на создание модуля, балансирующего эффективность принимаемых модулем решений и доступность модуля для малого и среднего классов бизнеса. Рассматриваемый модуль характеризуется низкими требованиями к вычислительным ресурсам и отсутствием зависимости от масштабных наборов данных со сложной разметкой, требующих наибольших затрат средств и времени.

*Библиографический список*

1. Salehi, M. Unified Survey on Anomaly, Novelty, Open-Set, and Out-of-Distribution Detection: Solutions and Future Challenges / M. Salehi, H. Mirzaei, D. Hendrycks, Y. Li, M. H. Rohban, M. Sabokrou // Transaction on Machine Learning. – 2022. – DOI 10.48550/arXiv.2110.14051.
2. Selvaraju, R. R. Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-based Localization / R. R. Selvaraju, M. Cogswell, A. Das, R. Vedantam, D. Parikh, D. Batra // International Journal of Computer Vision. – 2019. – DOI 10.48550/arXiv.1610.02391.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ  
СОЗДАНИЯ ВИДЕО**

Д.Э. Миронов, А.А. Андреев

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

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

В докладе рассматриваются перспективы применения искусственного интеллекта для разработки видеоматериалов:

- Приложения, используемые для разработки видео и их улучшения в будущем
- Важность появления приложений, которые генерируют видеоматериалы
- Область применения приложений по разработке видеоданных

А также рассматриваются проблемы влияния видео, созданных с помощью искусственного интеллекта, такие как:

- Кризис доверия, нарушение безопасности во многих сферах общества, усиливает потенциал мошенников;
- Психологическое воздействие, изменения восприятия реальности, новые формы одиночества и общения;
- Проблема монетизации, авторского права, массовое сокращение кадров.

*Библиографический список*

1. Что ждет генерацию видео с ИИ в будущем? [Электронный ресурс] // Speechify. – URL: <https://speechify.com/ru/blog/what-is-the-future-of-ai-video-generation/> (дата обращения: 03.11.2025).
2. Заменит ли ИИ видеопродюсирование? [Электронный ресурс] // Sostav.ru. – URL: <https://www.sostav.ru/publication/zamenit-li-ii-videoprodukshn-74346.html> (дата обращения: 03.11.2025).
3. Злонамеренное использование ИИ и вызовы информационно-психологической безопасности в странах БРИКС / Е. Н. Пашенцев - Москва : OneBook.ru, 2024. — С. 7-9.



## ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ В ФИНАНСОВО-ТРАНЗАКЦИОННЫХ СЕТЯХ

К.Ю. Миронова

Научный руководитель – Целых А.Н., д.т.н., профессор  
Южный Федеральный Университет

Рост объёма цифровых финансовых операций и развитие технологий блокчейн привели к существенному увеличению числа транзакций, совершаемых в сети. Одновременно с этим возрастает активность мошеннических схем, которые используют сложные структуры переводов для сокрытия своей деятельности. Эффективное выявление подобных аномалий становится важной задачей как для финансовых институтов, так и для систем мониторинга криптовалютных сетей.

Графовые модели позволяют представлять систему в виде сети, где узлы — это адреса или счета, а рёбра — транзакции между ними. Такой формат данных естественно отражает природу финансовых потоков и открывает возможности для применения графовых нейронных сетей (Graph Neural Networks, GNN), которые способны изучать структуру графа и выявлять сложные зависимости.

Для исследования использовался открытый Elliptic Bitcoin Dataset — один из крупнейших графов транзакций, опубликованный в 2019 году [1]. Датасет содержит 203 769 узлов, 234 355 рёбра и 165 признаков, характеризующих каждую транзакцию, включая сумму, время, тип участника и сетевые параметры. Узлы размечены по трём классам: легитимные, мошеннические и неизвестные.

В качестве модели была выбрана архитектура GraphSAGE, предложенная в работе [2]. Модель состоит из двух графовых свёрточных слоёв: первый преобразует входные признаки в пространство размерности 64, второй формирует вероятности принадлежности к классам.

Модель обучалась в течение 30 эпох. Уже на пятой эпохе точность на тестовой выборке составляла 0.83, а к тридцатой достигла 0.874 при снижении функции потерь до 0.388. Это указывает на устойчивое обучение без признаков переобучения. Результаты демонстрируют, что GNN эффективно использует структурные зависимости между узлами для повышения качества классификации.

Для проверки качества представлений были извлечены эмбединги узлов последнего слоя и визуализированы методом главных компонент (PCA) на Рисунок 2.

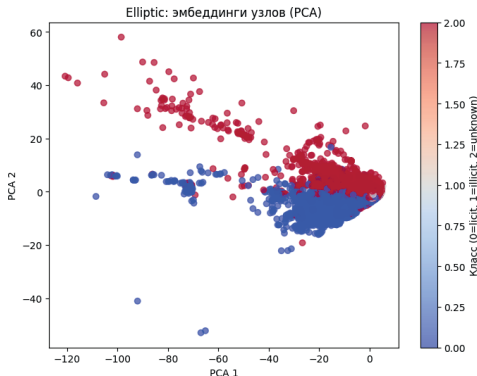


Рисунок 2 – Эмбединги узлов

На визуализации видно, что узлы, относящиеся к разным классам, формируют частично разделённые области: легитимные транзакции группируются компактно, а мошеннические образуют отдельные кластеры. Это подтверждает способность модели выделять закономерности не только по признакам, но и по топологическим связям.

Также был рассмотрен локальный подграф радиусом два вокруг одного из узлов, классифицированного как аномальный (*Рисунок 3*).

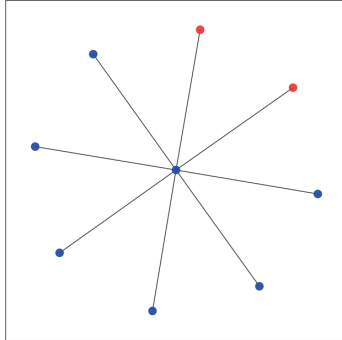


Рисунок 3 – Аномальный подграф

Анализ структуры показал, что подозрительный узел связан как с другими аномальными, так и с легитимными адресами. Подобная топология характерна для схем отмывания средств, при которых мошеннические операции перемешиваются с законными. В таких условиях именно графовые модели позволяют правильно оценить контекст и выявить скрытые взаимосвязи.

Таким образом, визуализация подтверждает, что GraphSAGE успешно формирует интерпретируемые представления, отражающие структуру графа. Модель не только достигает высокой точности, но и обеспечивает объяснимость результатов, что важно для применения в финансовом мониторинге и аналитике.

Полученные результаты согласуются с современными исследованиями, посвящёнными применению графовых нейронных сетей для анализа транзакций. В работе [3] показано, что адаптивные графовые модели позволяют улучшить выявление аномалий за счёт динамического выбора соседей. Подход BRIGHT [4], в свою очередь, демонстрирует эффективность применения GNN для анализа транзакций в реальном времени. На этом фоне предложенная модель GraphSAGE сохраняет баланс между вычислительной простотой и качеством предсказаний, что делает её практичным решением для внедрения в системы мониторинга финансовых потоков.

Проведённое исследование показало, что графовые нейронные сети являются эффективным инструментом анализа финансовых транзакций. Модель GraphSAGE, обученная на наборе данных Elliptic, достигла точности классификации 87,4 % и продемонстрировала способность выявлять аномальные узлы, учитывая контекст их связей. Результаты подтверждают перспективность графовых подходов для задач финансового мониторинга и обнаружения мошеннических схем. В дальнейшем планируется развитие модели с учётом временной динамики и исследование гетерогенных графов для повышения точности и интерпретируемости.

*Библиографический список*

1. Weber M., Domeniconi G., Chen J., Weidele D. K. I., Bellei C., Robinson T., Leiserson C. E. Anti-money laundering in Bitcoin: experimenting with graph convolutional networks for financial forensics // KDD Workshop on Anomaly Detection. – Anchorage, 2019. – 10 с. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1908.02591.pdf> (дата обращения: 23.10.2025).
2. Hamilton W., Ying R., Leskovec J. Inductive representation learning on large graphs // Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). – Vancouver, 2017. – 14 с. – URL: <https://arxiv.org/abs/1706.02216> (дата обращения: 23.10.2025).
3. Tian Y., Liu G., Wang J., Zhou M. Transaction fraud detection via an adaptive graph neural network (ASA-GNN) // arXiv preprint. – 2023. – 12 с. – URL: <https://arxiv.org/abs/2307.05633> (дата обращения: 23.10.2025).
4. Lu M., Han Z., Rao S. X., Zhang Z., Zhao Y., Shan Y., Raghunathan R., Zhang C., Jiang J. BRIGHT: graph neural networks in real-time fraud detection // Proceedings of the 31st ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM). – Atlanta, 2022. – 16 с. – URL: <https://arxiv.org/abs/2205.13084> (дата обращения: 23.10.2025).

## **ПРИМЕНЕНИЕ САПР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

П.К. Михайлик, С.В. Корных

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

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

В докладе рассматривается проблема несоответствия между высоким потенциалом технологии цифровых двойников в промышленности и отсутствием эффективных методик их интеграции в существующие системы автоматизированного проектирования.

**Актуальность исследования** определяется стратегической важностью цифровой трансформации промышленности в рамках перехода к Industry 4.0. В современных условиях наблюдается парадоксальная ситуация: при высоком технологическом потенциале цифровых двойников их практическое внедрение сталкивается с системными проблемами интеграции в существующие САПР-системы. Особую остроту эта проблема приобретает в контексте задач импортозамещения и развития отечественного машиностроительного комплекса.

### **Основные аспекты проблемы**

Ключевой проблемой является разрыв между технологическими возможностями цифровых двойников и реальными условиями их внедрения на промышленных предприятиях. Это проявляется в нескольких аспектах:

Технологические ограничения связаны с несовместимостью данных между различными САПР-системами и отсутствием стандартизированных решений для интеграции. Многие предприятия используют разнородное программное обеспечение, что создает барьеры для создания единого цифрового пространства.

Экономические сложности выражаются в высоких капитальных затратах на внедрение и длительных сроках окупаемости инвестиций. Особенно остро эта

проблема стоит для средних и малых предприятий, которые не имеют достаточных ресурсов для масштабной цифровизации.

Организационные вызовы включают сопротивление персонала организационным изменениям и недостаточную цифровую зрелость предприятий. Переход на новые технологии требует не только технического переоснащения, но и изменения бизнес-процессов, а также подготовки квалифицированных кадров.

### **Научная новизна и практическая значимость**

Научная новизна исследования заключается в разработке комплексной методологии создания цифровых двойников, которая учитывает особенности интеграции с существующими САПР-системами. Предлагаемый подход включает адаптивные алгоритмы калибровки моделей и методы машинного обучения для оптимизации параметров цифровых двойников.

Практическая ценность работы подтверждается конкретными результатами внедрения:

- Сокращение времени проектирования за счет автоматизации рутинных операций
- Снижение количества физических испытаний через использование виртуального тестирования
- Повышение точности прогнозирования эксплуатационных характеристик
- Уменьшение затрат на прототипирование и испытания

### **Перспективы развития**

Дальнейшее развитие технологии цифровых двойников связано с созданием самообучающихся систем и развитием предиктивной аналитики на основе искусственного интеллекта. Особое внимание уделяется формированию экосистемы связанных цифровых двойников и разработке отраслевых стандартов.

### *Библиографический список*

1. Боровков А.И., Рябов Ю.А., Щербина Л.А. и др. Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности: монография. — СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. — URL: <https://elibr.spbstu.ru/dl/2/i24-99.pdf/en/info> (дата обращения: 05.11.2025).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ КОНТЕНТА ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ**

А.Д. Мухин

Научный руководитель – Бурыченко В.В., к.т.н., доцент кафедры ИВТ

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

В современном мире при разработке игровых приложений нейронные сети становятся неотъемлемым инструментом, позволяющим автоматизировать творческие и технические процессы. Нейросети, такие как языковые модели и генеративные модели изображений, интегрируются в рабочий процесс через API, упрощая генерацию контента. В этой работе рассматриваются способы взаимодействия с такими моделями, их влияние на мелкие задачи и преимущества для разработки игр.

Промт (англ. prompt) в контексте искусственного интеллекта представляет собой текстовый запрос или инструкцию, которую пользователь формулирует для генеративных моделей, таких как языковые или генеративные нейросети, чтобы направить процесс создания ответа, текста, изображения или другого контента, воплощая человеческое намерение в структурированном виде. Это короткая подсказка, часто в формате предложения или вопроса, от которой зависит качество и релевантность результата [1, 2].

Взаимодействие с нейросетями строится на модели "запрос-ответ" через API. Разработчик отправляет HTTP-запрос с промптом – структурированным текстом, описывающим желаемый результат и параметрами (температура креативности, размер вывода). В ответ приходит JSON с данными или бинарный файл (изображение).

Пример использования запроса приложением приведен на рисунке 1 в виде общей блок-схемы.

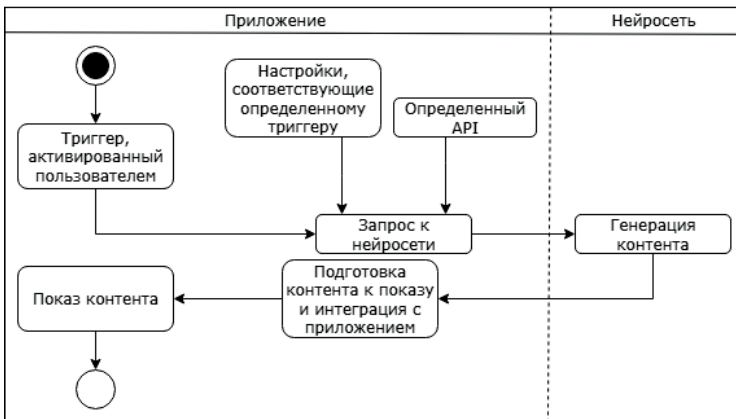


Рисунок 1 – Блок-схема использования запроса приложением

Нейросети классифицируются по задачам: языковые модели генерируют текст (диалоги неигровых персонажей, описания предметов), а генеративные — изображения, которые создают концепт-арты или текстуры.

Генеративные модели представляют собой класс алгоритмов машинного обучения, способных обучаться на распределении реальных данных и генерировать новые синтетические образцы вроде изображений, имитирующих исходные. Диффузионные модели, как подтип генеративных, работает на принципе постепенного добавления шума к данным и последующего его удаления, что позволяет создать высококачественный контент с минимальными артефактами, особенно в визуальной генерации на основе текстовых запросов [3]. К таким моделям можно отнести Stable Diffusion – диффузионная модель, которая генерирует изображения из текстовых описаний.

Модели трансформеры представляют собой архитектуру нейронных сетей, которая использует механизм «самослежения» для параллельной обработки последовательностей данных, эффективно захватывая долгосрочные зависимости в текстах или последовательностях без рекуррентных модулей. Большие языковые

модели (англ. large language models) – это масштабированные версии моделей-трансформеров, обученные на терабайтах текстовых данных, с миллиардами параметров, способные генерировать многоуровневые задачи [4]. К таким моделям можно отнести Llama 3 – открытая большая языковая модель с миллиардами параметров, оптимизированная для задач перевода, изложения текста и чат-ботов с акцентом на эффективность.

Внедрение таких моделей может осложняться огромными вычислительными нагрузками, вызывающими задержки в реальном времени. Генеративные и диффузионные модели могут создавать артефакты генерации, при больших запросах, вроде создания нескольких крупномасштабных изображений, стилистически связанных между собой. Модели-трансформеры и большие языковые модели также склонны ошибкам, например галлюцинации, приводящие к логическим несостыковкам в долгосрочном сюжете или массивном описании взаимоотношений между несколькими разными персонажами, включая их предысторию.

Таким образом использование генеративных и диффузионных моделей стоит избегать в областях, где необходимо создавать большие фоновые изображения для карт, но можно использовать для создания текстур или спрайтов. Модели-трансформеры и большие языковые модели также не подходят в использовании при необходимости генерации длинных сюжетов или сложных взаимосвязей между персонажами, но вполне подходят для создания описания предметов, игровых заметок, на основе уже существующих данных или диалогов с не ключевыми персонажами.

#### *Библиографический список*

1. Кирпичёв Александр Евгеньевич Промпты (запросы) для генеративного искусственного интеллекта в юридическом дискурсе // Вестник РУДН. Серия: Юридические науки. 2024. №4.
2. Курганова Екатерина Борисовна ПОТЕНЦИАЛ ИИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ РЕКЛАМЫ И PR // МедиаВектор. 2023. №9.
3. Алексей Константинович Денисов, Сергей Вячеславович Быковский, Павел Валерьевич Кустарев Метод увеличения разрешения изображения с использованием референсных изображений на основе диффузионной модели // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2025. №2.
4. Ашыралыева Марал Аллабереновна, Аннабаева Дунягозел Рахманбердиевна ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОРЫВ В ОБРАБОТКЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА: АРХИТЕКТУРА ТРАНСФОРМЕРОВ И РОЛЬ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО СИНТЕЗА // Наука и мировоззрение. 2025. №59.

## **РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДДЕРЖКИ АБИТУРИЕНТА В ПОСТРОЕНИИ ПРОФИОРИЕНТАЦИОННОЙ ТРАЕКТОРИИ**

М.Д. Наволокин, М.С. Камзеев

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

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию рекомендательной интеллектуальной системы автоматизированной поддержки абитуриента в построении профориентационной траектории.

Выбор профессии — одно из самых главных решений в нашей жизни. Именно он определяет то, кем мы будем, какой стиль жизни выберем.

Основными факторами выбора профессии традиционно считаются следующие: темперамент, интересы, мнение родителей и друзей, способности, уровень подготовки, материальное стимулирование и престиж профессии, состояние здоровья и др [1].

Выпускники школ сталкиваются с переизбытком информации о вузах и специальностях, которая к тому же может быть противоречивой. Существующие методы профориентации не всегда успевают за динамичными изменениями на рынке труда, где регулярно появляются новые цифровые профессии. Классические подходы больше не работают. Раньше помогали школьнику разобраться в себе, найти интерес, узнать о современном рынке труда, подобрать профиль в школе и найти нужный уровень образования. Но статистика показывает, что 65 % выпускников российских вузов работает не по специальности, особенно, юристы и экономисты [2].

Современные технологии обработки данных и машинного обучения позволяют предложить принципиально новый подход к решению этой проблемы. Целью данной работы является создание интеллектуальной системы, способной строить персонализированную траекторию профессионального развития для каждого конкретного абитуриента.

В процессе исследования и разработки рекомендательной интеллектуальной системы автоматизированной поддержки абитуриента достигнуты следующие результаты:

1. Разработана архитектура системы, которая интегрирует в себе три ключевых модуля: модуль сбора и анализа пользовательских данных (личные интересы, академические успехи, психометрический профиль, результаты ЕГЭ), модуль анализа образовательного пространства (актуальные программы вузов, требования к поступлению, рейтинги) и модуль прогнозирования рыночного спроса (анализ вакансий и трендов занятости). Ядром системы является гибридная рекомендательная модель, сочетающая фильтрацию и контент-ориентированные алгоритмы.

2. Предложена методика формирования цифрового профиля абитуриента на основе анкетирования. Это позволяет собрать нужную информацию о абитуриенте, тем самым помогая выбрать интересную для него профессию.

3. Создан алгоритм сопоставления профиля абитуриента с требованиями профессий будущего. Алгоритм оценивает не только текущее соответствие навыков, но и потенциал для их развития, рассчитывая так называемый «индекс

перспективной совместимости». Это даёт возможность рекомендовать направления, для освоения которых у пользователя есть врождённые склонности, даже если текущих знаний недостаточно.

4. Разработан интерактивный интерфейс для абитуриента, который визуализирует возможные карьерные траектории в виде дерева решений. Пользователь может видеть не только итоговую рекомендацию, но и пошаговый путь её достижения: какие экзамены сдать (если он их ещё не сдавал), какие курсы пройти, в каких проектах поучаствовать для развития необходимых компетенций.

5. Практическая значимость работы заключается в создании инструмента, который снижает риски ошибочного выбора профессии и помогает образовательным учреждениям более эффективно взаимодействовать с потенциальными абитуриентами, предлагая им персонализированные образовательные маршруты.

#### *Библиографический список*

1. Урутина, Т. М. Типичные трудности и ошибки при выборе профессии у старшеклассников / Т. М. Урутина, Л. Г. Агеева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 15 (95). — С. 555-558. — URL: <https://moluch.ru/archive/95/21337>.

2. Что происходит с профориентацией в XXI веке? // Каменный город URL: <https://eduregion.ru/k-zhurnal/chto-proiskhoditproforientatsiy/?ysclid=mhm7reue8279305517> (дата обращения: 05.11.2025).

## **ОБЗОР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ QOS-МАРШРУТИЗАЦИИ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ**

Д.А. Перепелкин, К.В. Анисимов

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

Маршрутизация является одним из основных процессов, происходящих в компьютерных сетях. Постоянный рост количества сетевых устройств и наличие различных видов сетевого трафика ставят новые вызовы для развития сетевых технологий. Технологии программно-конфигурируемых сетей (ПКС) позволяют наиболее гибко и эффективно управлять потоками данных между сетевыми устройствами за счет централизации управления сетью. В связи с этим возникает новая задача – разработка эффективных алгоритмов для контроллера ПКС.

Согласно стандарту Y.1540 Международного союза электросвязи «Служба передачи данных по межсетевому протоколу (IP) – Параметры рабочих характеристик переноса и доступности IP-пакетов» существует множество сетевых параметров, влияющих на качество передачи данных в IP сетях. Среди них выделяют: параметры, связанные с задержкой передачи IP-пакетов, включая вариацию задержки (джиттер), коэффициент ошибочных IP-пакетов, коэффициент потери IP-пакетов, коэффициент случайных IP-пакетов, коэффициент переупорядоченных IP-пакетов, коэффициент блоков с серьезными потерями IP-пакетов, коэффициент дублирующих IP-пакетов, коэффициент дублируемых IP-пакетов, параметры восстановления потока, параметры пропускной способности, параметры, связанные с потоком. В большинстве случаев для стабильной передачи пакетов данных достаточно обеспечить три первых класса параметров.



QoS-маршрутизация – это процесс определения оптимального маршрута между сетевыми устройствами, учитывающий несколько параметров качества сервиса. QoS-маршрутизация является задачей многокритериальной оптимизации. В настоящее время существует множество алгоритмов QoS-маршрутизации, однако наибольший интерес для исследования представляют интеллектуальные алгоритмы, среди которых выделяют: генетические алгоритмы [1], роевые алгоритмы [2, 3], глубокое обучение, глубокое обучение с подкреплением.

Генетические алгоритмы – это класс алгоритмов, вдохновленных процессами эволюции. Различные варианты решения задачи QoS-маршрутизации в генетическом алгоритме представляется в виде последовательностей коммутаторов, называемых хромосомами. На каждой итерации алгоритма происходит «скрещивание» случайных родительских хромосом из популяции. Затем в полученных дочерних хромосомах происходят единичные изменения признаков – мутации. Далее происходит обновление популяции хромосом путем замены некоторых родительских хромосом, наименее подходящих для решения задачи, на дочерние. Алгоритм работает до тех пор, пока не произойдет заданное количество итераций или не будет найдено оптимальное решение.

Роевые алгоритмы – это класс алгоритмов, вдохновленных коллективным поведением живых существ, их способностями к нахождению оптимальных путей. В основе работы этих алгоритмов лежит процесс самоорганизации децентрализованных единиц – агентов. Наиболее распространенными примерами таких алгоритмов являются: алгоритм муравьиной колонии, алгоритм роя частиц, алгоритм пчелиной колонии, алгоритм светлячков, алгоритм бактериальной колонии. Все эти алгоритмы основаны на биомимикрии. Например, алгоритм муравьиной колонии в процессе своей работы использует тот факт, что муравьи находят путь, ориентируются по феромоновому следу, оставленному другими муравьями. Алгоритм пчелиной колонии использует разделение агентов-пчел на определенные классы, имеющих различное поведение, что соответствует разделению пчел в пчелиной колонии на разные типы в соответствии с их функциями.

Глубокое обучение – это метод обучения нейронных сетей для решения задачи оптимизации. Для решения задачи QoS-маршрутизации нейронной сети предоставляется большой набор из входных и выходных данных. Входной набор данных включает в себя информацию о топологии сети и параметрах каналов связи, соединяющих сетевые устройства. Выходной набор данных содержит информацию о наиболее оптимальных маршрутах, соответствующим входным данным. Сопоставляя данные, обнаруживая признаки и закономерности, нейронная сеть обучается выявлять наиболее оптимальные маршруты. Трудозатраты на обучение нейронной сети компенсируются скоростью получения результата в процессе ее работы на реальной сети.

Глубокое обучение с подкреплением – также один из подходов к обучению нейронных сетей, однако в отличие от обычного глубокого обучения, тренировка нейронной сети происходит не на массиве размеченных данных, а на действующей сети. Выбрав маршрут, нейронная сеть получает вознаграждение, если он соответствует заданным параметрам качества сервиса. В противном случае – нейронная сеть получает штраф. Такой подход является одним из наиболее эффективных для решений задачи QoS-маршрутизации, однако при работе в реальной сети на первых этапах обучения нейронная сеть может выдавать

результаты, несоответствующие заданному качеству сервиса, что может повлиять на стабильность работы сети.

*Библиографический список*

1. Перепелкин, Д. А. Нейросетевая многопутевая маршрутизация в программно-конфигурируемых сетях на основе генетического алгоритма / Д. А. Перепелкин, М. А. Иванчикова, В. Т. Нгуен // Информационные технологии. – 2023. – Т. 29, № 12. – С. 622-629. – DOI 10.17587/it.29.622-629.
2. Перепелкин, Д. А. Нейросетевая многопутевая маршрутизация в программно-конфигурируемых сетях на основе алгоритмов оптимизации муравьиной колонии / Д. А. Перепелкин, В. Т. Нгуен // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2024. – № 89. – С. 39-55. – DOI 10.21667/1995-4565-2024-89-39-55.
3. Перепелкин, Д. А. Интеллектуальная многопутевая маршрутизация в программно-конфигурируемых сетях на основе модели поведения роя светлячков / Д. А. Перепелкин, В. Т. Нгуен // Цифровая обработка сигналов. – 2023. – № 4. – С. 32-40.

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ В МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ**

Д.А. Перепелкин, А.В. Виниченко

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

Развитие цифровизации транспортной отрасли и рост пассажиропотока требуют внедрения интеллектуальных систем планирования маршрутов, способных учитывать различные параметры мультимодальных перевозок. Такие системы объединяют несколько видов транспорта – железнодорожный, авиационный, автобусный – в единый маршрут с учетом расписаний, стоимости и индивидуальных предпочтений пользователей [1]. Современные пользователи предъявляют повышенные требования к комфорту передвижения, сокращению времени в пути и удобству пересадок, что делает задачу оптимизации маршрутов особенно актуальной. Традиционные алгоритмы маршрутизации не всегда обеспечивают достаточную гибкость и скорость реакции на изменения, поэтому возрастает значение нейросетевых методов оптимизации и поиска решений.

Нейронные сети представляют собой универсальный инструмент аппроксимации сложных зависимостей и анализа многомерных данных, что делает их особенно эффективными при решении задач маршрутизации, где необходимо учитывать большое число взаимосвязанных параметров – время в пути, стоимость, пересадки, погодные факторы и др. Основу искусственной нейронной сети составляет многослойная структура, состоящая из узлов-нейронов, объединенных весовыми связями. Каждый слой выполняет преобразование входных данных с помощью нелинейных функций активации, а обучение сети происходит посредством алгоритма обратного распространения ошибки [2].

В задачах планирования мультимодальных маршрутов активно применяются **сверточные нейронные сети (CNN)**, способные извлекать пространственные закономерности из транспортных данных. Их сверточные фильтры выявляют

локальные зависимости между сегментами транспортного графа или временными интервалами расписаний. Это особенно полезно при обработке геопространственной информации, например при интеграции картографических слоев и сетей дорог.

**Графовые нейронные сети** (GNN) представляют собой обобщенный класс моделей, способный работать с данными, заданными в виде графов. В контексте транспортных систем вершины графа описывают остановки или терминалы, а ребра – транспортные сегменты между ними с весами, отражающими время, стоимость или надежность пересадки [3]. Механизм передачи сообщений позволяет GNN учитывать влияние соседних узлов и динамически пересчитывать оптимальные пути.

Для учета временных зависимостей и динамики транспортных потоков применяются **рекуррентные нейронные сети** (RNN) и их модификации – сети с длинной кратковременной памятью (LSTM) и управляемыми рекуррентными блоками (GRU). Эти архитектуры способны запоминать последовательные состояния системы и предсказывать изменения параметров транспортных потоков.

Современные **архитектуры внимания** (Attention Models) и **трансформеры** (Transformers) обеспечивают возможность анализа значимости входных признаков и адаптации модели к изменяющимся контекстным условиям, включая временные, климатические и поведенческие параметры. В отличие от рекуррентных сетей, трансформеры эффективно работают с большими объемами данных и легко масштабируются, что делает их удобными для цифровых транспортных платформ.

Значительный интерес представляют также модели глубокого обучения для прогнозирования поведения пассажиров. В статье [4] авторы исследуют нейросетевые методы предсказания индивидуальной мобильности на основе данных GPS, Wi-Fi и предыдущих бронирований. Такие модели позволяют формировать персонализированные маршруты и предлагать пользователям наиболее релевантные варианты транспорта и пересадок.

Таким образом, применение нейросетевых моделей в мультимодальных транспортных сетях обеспечивает создание адаптивных интеллектуальных транспортных систем, способных оперативно реагировать на изменение условий движения и учитывать поведенческие характеристики пассажиров. Это повышает точность маршрутизации, уменьшает время поездок и повышает эффективность мультимодальных перевозок.

#### *Библиографический список*

1. Об утверждении Стратегии развития экспорта услуг до 2025 года: расп. Правительства РФ от 14 авг. 2019 г. № 1797-п // Правительство России: офиц. сайт. М., 2019. URL: <http://static.government.ru/media/files/S125RuCTUAiCH5V7RIHUhCaCOTn dx9PJ.pdf> (дата обращения: 15.04.2025).
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – Cambridge: MIT Press, 2016. – 775 с. – URL: <https://www.deeplearningbook.org> (дата обращения: 21.04.2025).
3. Deineko E., Jungnickel P., Kehrt C. Learning-Based Optimisation for Integrated Problems in Intermodal Freight Transport: Preliminaries, Strategies, and State of the Art // Applied Sciences. – 2024. – Т. 14, № 19. – Ст. 8642. – DOI: 10.3390/app14198642. – URL <https://doi.org/10.3390/app14198642> (дата обращения: 26.04.2025).
4. Ma Z., Zhang P. Individual mobility prediction review: Data, problem, method and application // Multimodal Transportation. – 2022. – Т. 1. – Ст. 100002. – DOI: 10.1016/j.multra.2022.100002. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.multra.2022.100002> (дата обращения: 27.04.2025).

## **СОВРЕМЕННЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК**

Д.А. Перепелкин, А.В. Виниченко

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

Мультимодальные пассажирские перевозки (ММП, ММПП) представляют собой интегрированные транспортные системы, объединяющие различные виды транспорта в единую логистическую цепочку для обеспечения бесшовного перемещения пассажиров. В условиях цифровизации экономики и роста мобильности населения разработка автоматизированных систем бронирования и координации ММП становится одним из ключевых направлений транспортной стратегии Российской Федерации до 2035 г. [1].

Исторически концепция ММП восходит к древним формам комбинированного сообщения. Уже в эпоху Шелкового пути применялись различные виды транспорта в зависимости от маршрута и рельефа [2]. В XX веке появились транспортные хабы, объединяющие железнодорожные, автобусные и авиационные линии, что стало предпосылкой к формированию современных мультимодальных систем.

С развитием вычислительной техники в 1960-е годы началась автоматизация процессов бронирования. В 1964 году авиакомпания American Airlines внедрила систему бронирования Sabre, ставшую прототипом глобальных дистрибутивных систем (англ. Global Distribution System, GDS) [3]. В СССР аналогичные принципы реализованы в авиационной системе «Сирена» и железнодорожной АСУ «Экспресс», обеспечивших централизованное бронирование и продажу билетов [4]. Эти решения заложили основу цифровых транспортных платформ и стали важным этапом эволюции автоматизированных систем.

Современные ММП развиваются в рамках концепции «мобильность как услуга» (англ. Mobility as a Service, MaaS). MaaS объединяет общественный и индивидуальный транспорт в единую цифровую экосистему, где пассажир может спланировать маршрут, забронировать и оплатить поездку через единый интерфейс [5]. В России данные принципы реализуются на платформе «Инновационная мобильность», разработанной ООО «РЖД – Цифровые пассажирские решения» [6].

Примером зарубежных онлайн-платформ, независимых от перевозчиков и предоставляющих услуги по построению ММП, являются платформы Omio (<https://www.omio.com>) и Rome2Rio (<https://www.rome2rio.com>). Несмотря на их функциональность в сфере планирования маршрутов и бронирования билетов, подробные технические аспекты и алгоритмы, используемые для построения ММП, остаются нераскрытыми.

Современные агрегаторы функционируют как распределенные системы, объединяющие клиентов, транспортных операторов и платежные сервисы. Архитектура (рис. 1) включает клиентский уровень (веб-порталы и мобильные приложения), интеграционный слой (API-шлюз), модули маршрутизации и бронирования, подсистему платежей и аналитику.

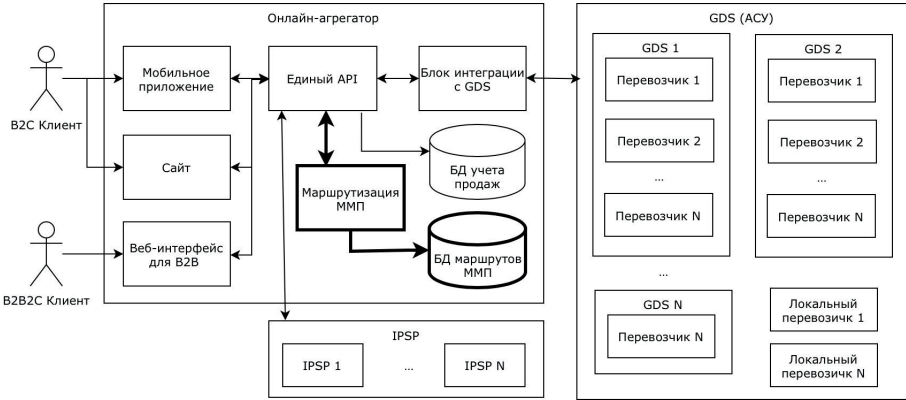


Рисунок 1 – Схема архитектуры онлайн-агрегаторов ММП

Для построения мультимодальных маршрутов требуются алгоритмы оптимизации, учитывающие различные критерии в зависимости от предпочтений пассажиров: минимальное время в пути, стоимость перевозки, число пересадок и др. Перспективным направлением является использование нейронных сетей и методов машинного обучения для разработки интеллектуальных систем планирования поездок.

#### Библиографический список

1. Стратегия развития экспорта услуг до 2025 года : распоряжение Правительства РФ от 14.08.2019 № 1797-р [Электронный ресурс]. –URL: <http://static.government.ru/media/files/S125RuCTUAiCH5V7RIHUhCAcOTndx9PJ.pdf> (дата обращения: 29.10.2025).
2. Ларин О.Н. Логистика Шелкового пути / Ларин О.Н., Никулин А.А. // Транспорт Российской Федерации: журнал о науке, практике, экономике. – 2016. – № 1 (62). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/logistika-shepkovogo-puti> (дата обращения: 02.12.2024).
3. Sabre GBL Inc: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sabre.com> (дата обращения: 02.12.2024).
4. Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ) : официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.vniizht.ru> (дата обращения: 02.12.2024).
5. Rodrigue J-P. The Geography of Transport Systems [Электронный ресурс]. – URL: <https://transportgeography.org/contents/chapter2/information-technologies-and-mobility/mobility-as-a-service/> (дата обращения: 29.10.2025).
6. Зачем нужна мультимодальность? // ООО «РЖД – Цифровые пассажирские решения»: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://smarttravel.ru/multy/> (дата обращения: 30.10.2025).

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИНДЕКСИРОВАНИЕ И РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ ДАННЫХ В СУБД С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

В.А. Петров, И.П.Кузьмичев

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

### **Введение**

Современные информационные системы характеризуются эксбайтными объемами данных, высокой интенсивностью транзакций и разнообразием рабочих нагрузок (OLTP, OLAP, HTAP). Традиционное управление базами данных, основанное на эвристических методах и ручном труде администратора (DBA), становится узким местом, неспособным эффективно реагировать на динамические изменения. Ключевые задачи, такие как выбор индексов и проектирование баз данных, требуют глубокого анализа паттернов доступа к данным, что является нетривиальной задачей для человека работающего с Big Data.

Целью данной работы является исследование возможности применения методов искусственного интеллекта для создания автоматизированной системы динамического индексирования и реструктуризации данных в СУБД.

### **Обзор существующих подходов и проблем**

#### **Традиционное индексирование**

Исторически сложилось, что выбор индексов (B-деревья, хэш-индексы, bitmap-индексы и др.) является прерогативой DBA (Администратора баз данных), который основывается на статистике и собственном опыте. Автоматизированные советники по настройке баз данных (например, Database Engine Tuning Advisor в Microsoft SQL Server) используют методы перебора (what-if анализ) для рекомендации индексов. Однако эти системы имеют существенные ограничения:

- реактивность: анализ проводится постфактум, на основе уже выполненных запросов;
- ограниченное пространство поиска: полный перебор всех возможных комбинаций индексов для сложной схемы невозможен из-за комбинаторного взрыва;
- не учет долгосрочных эффектов: создание индекса ускоряет чтение, но замедляет операции вставки, обновления и удаления (DML-операции). Традиционные методы плохо оценивают этот компромисс.

### **Предлагаемая архитектура интеллектуальной системы управления данными**

#### **Модуль мониторинга и векторное представление рабочей нагрузки**

Данный модуль в реальном времени собирает телеметрию: тексты SQL-запросов, планы их исполнения, время выполнения, частоту вызовов, потребление ресурсов (CPU, I/O). Рабочая нагрузка преобразуется в числовой вектор признаков, который может включать:

- частоту использования предикатов (WHERE, JOIN);
- селективность условий;
- оценочную стоимость операций (на основе плана запроса);
- типы выполняемых операций (SELECT, INSERT...).

Формализованно, рабочую нагрузку  $W$  за временной интервал  $T$  можно представить как множество запросов  $\{Q_1, Q_2, \dots, Q_n\}$ , каждый из которых описывается вектором признаков.

#### **Модуль принятия решений на основе машинного обучения**

## **Индексирование с помощью обучения с подкреплением (Reinforcement Learning, RL)**

Данная задача идеально ложится на парадигму RL. Моделируется среда (environment) — база данных, а агент (agent) — это интеллектуальный модуль.

Состояние (State  $s_t$ ): текущая конфигурация индексов и вектор признаков рабочей нагрузки.

Действие (Action  $a_t$ ): создание или удаление определенного индекса.

Награда (Reward  $r_t$ ): общее улучшение производительности системы, вычисляемое как отрицательная взвешенная сумма времени выполнения запросов и накладных расходов на обслуживание индексов.

$$r_t = -(i = 1 \sum n w_i \cdot \text{time}(Q_i) + \lambda \cdot C_{\text{maintenance}})$$

где  $w_i$  — вес запроса,  $\lambda$  — коэффициент штрафа за обслуживание,  $C_{\text{maintenance}}$  — стоимость операций DML.

Агент обучается выбирать политику, которая максимизирует кумулятивную награду. Алгоритмы Deep Q-Network (DQN) или Policy Gradients позволяют агенту находить нетривиальные стратегии индексирования, неочевидные для человека.

### **Реструктуризация схемы на основе глубокого обучения**

Для рекомендаций по реструктуризации предлагается использовать архитектуру «энкодер-декодер» (Encoder-Decoder). Энкодер (например, RNN или Transformer) обрабатывает последовательность запросов и анализирует связи между таблицами. Декодер генерирует предложения по изменению схемы: например, "объединить таблицы A и B по ключу K" или "создать материализованное представление для агрегирующего запроса Z".

### **Гипотетический эксперимент и обсуждение результатов**

Для верификации подхода можно предложить следующую экспериментальную установку:

- среда: система TPC-C или TPC-H, развернутая на сервере;
- модель: агент RL (на основе DQN) для управления индексами;
- сравнение: производительность системы с агентом против системы со статическим, заранее подобранным набором индексов.

Ожидаемые результаты:

- фаза адаптации: в начальный период производительность с агентом может быть ниже из-за исследования среды;
- фаза стабилизации: после обучения агент будет поддерживать набор индексов, обеспечивающий на 15-25% выше, чем среднее время отклика со статической конфигурацией.

### **Заключение**

В работе продемонстрирована принципиальная возможность и перспективность применения методов искусственного интеллекта для автоматизации ключевых аспектов управления базами данных. Использование обучения с подкреплением для динамического индексирования и глубокого обучения для реструктуризации схемы данных позволяет перейти от реактивной к проактивной и адаптивной парадигме управления.

## **ПОДХОДЫ 3D-РЕКОНСТРУКЦИИ ЛИЦА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДИПФЕЙКОВ**

А.С. Пикуль

Научный руководитель – Белов А.В., к.т.н., профессор  
**Национальный исследовательский университет  
 «Высшая школа экономики»**

Современные методы генерации дипфейков достигли высокой степени реализма, что создаёт серьёзные вызовы для систем аутентификации личности и защиты медиаинформации. Большинство существующих подходов к детекции дипфейков основаны на 2D-признаках: текстуре, артефактах лица и цветовых несоответствиях. Однако подобные методы слабо устойчивы к новым генеративным моделям, которые воспроизводят реалистичную геометрию лица. В связи с этим требуется всё больше внимания уделять 3D-представлениям и геометрическим особенностям лицевой поверхности.

3D-реконструкция лица позволяет восстановить пространственную структуру поверхности на основе 2D-изображений или видео.

Наиболее распространённые подходы включают:

1. 3D Morphable Models (3DMM) – параметрическое моделирование лицевых форм с использованием базовых моделей и PCA-компонент.
2. 3DDFA – модели, использующие сверточные сети для восстановления 3D-сетки по ключевым точкам.
3. DECA (Detailed Expression Capture and Animation) — реконструкция мимики с учетом деталей кожи.
4. Mesh R-CNN – метод, объединяющий детекцию объектов и реконструкцию треугольных мешей в единой архитектуре.

Методы геометрического глубокого обучения [1] расширяют традиционные сверточные нейронные сети, позволяя работать с неевклидовыми структурами, такими как графы, сетки и многообразия. Для 3D-лиц это особенно важно, так как поверхность лица представляет собой граф.

К графовым архитектурам относят:

1. Graph Convolutional Networks (GCN) [2] – позволяют распространять информацию по структуре меша.
2. Graph Attention Networks (GAT) [3] – учитывают важность соседних вершин, повышая устойчивость к локальным искажениям.
3. Spectral GCN [4] – применяются для анализа спектральных свойств сетки и деформаций поверхности.

Комбинация 3D-реконструкции и графовых сетей открывает новые возможности для детекции дипфейков:

1. Сначала восстанавливается 3D-модель лица (например, через 3DDFA или Mesh R-CNN).
2. Далее геометрические признаки (нормали, кривизна, топология) передаются в GNN-модуль.
3. GNN анализирует несоответствия в геометрии и симметрии лица, вызванные синтетической генерацией.

Преимущества такого подхода:

1. Возможность детектировать глубокие структурные искажения, не видимые в 2D.



2. Повышенная интерпретируемость благодаря визуализации аномальных участков меша.

Использование 3D-реконструкции лица в сочетании с геометрическим глубоким обучением представляет собой перспективное направление для повышения надёжности систем детекции дипфейков. Геометрическая интерпретация позволяет выявлять не только визуальные, но и структурные признаки подделки. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку гибридных архитектур, объединяющих графовые, сверточные и трансформерные модули, а также на создание масштабных датасетов с 3D-аннотацией лицевых моделей дипфейков.

#### *Библиографический список*

1. Bronstein M. M. et al. Geometric deep learning: Grids, groups, graphs, geodesics, and gauges //arXiv preprint arXiv:2104.13478. – 2021.
2. Kipf T. N. Semi-supervised classification with graph convolutional networks //arXiv preprint arXiv:1609.02907. – 2016.
3. Veličković P. et al. Graph attention networks //arXiv preprint arXiv:1710.10903. – 2017.
4. Bo D. et al. A survey on spectral graph neural networks //arXiv preprint arXiv:2302.05631. – 2023.

## **О ПРИМЕНЕНИИ ПОЛНОТЕКСТОВОГО ПОИСКА ДЛЯ АНАЛИЗА НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ АКТОВ**

В.М. Пименов

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

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

Оценка соответствия нормативно-правового акта действующему законодательству является сложной задачей, требующей тщательного сопоставления исходного текста с содержанием существующих документов. Система, выполняющая сравнение, должна обеспечивать высокую точность анализа, причём не столько синтаксического, сколько семантического.

Стандартные символьные методы, основанные на побуквенной проверке или измерении минимального количества операций, необходимых для преобразования одной строки в другую (расстояние Левенштейна [1]), сравнении последовательностей слов (метод шинглов [1]) или подсчёте количества общих слов (метод Жаккара [2]), оказываются недостаточно эффективными при решении данной задачи. Перечисленные алгоритмы подразумевают большое количество вычислений, что делает их малопригодными для использования на больших объёмах данных. Помимо этого, они не позволяют анализировать ни порядок, ни расположение, ни семантику слов и работают только с точными совпадениями [1].

Более интеллектуальный подход предлагают методы семантического анализа. Одним из них является Word2Vec, предполагающий преобразование слов и предложений в числовые векторы [3]. При этом схожие по контексту и смыслу фрагменты переводятся в близкие векторы, расстояние между которыми в пространстве можно оценить с помощью различных метрик, например, угла косинусного сходства. К недостаткам такого рода алгоритмов относится высокая

вычислительная сложность, обусловленная формированием векторов больших размерностей для повышенной точности. Кроме того, значительных ресурсов требует и расчёт угла сходства между вектором, представляющим запрос, с векторами, соответствующими фрагментам текстов. При большом объёме данных даже при использовании простых метрик данный процесс может занять продолжительное время [4].

Ещё одним способом сопоставления текстовых фрагментов является полнотекстовый поиск, реализованный в различных системах управления базами данных. Он позволяет находить документы, соответствующие заданному запросу. В качестве документа выступает любая доступная единица обработки, например, научная статья или раздел нормативно-правового акта. Данный алгоритм оперирует текстом, преобразованным к нормализованному виду, в котором исключаются предлоги и союзы, у слов отбрасываются окончания [5]. Широкие возможности использования описываемого механизма предоставляет СУБД PostgreSQL: помимо непосредственно поиска реализовано ранжирование по степени соответствия исходному запросу, задание весов отдельным словам и фразам, выделение совпадающих фрагментов, поддерживается работа со множеством языков, доступно использование словарей синонимов, а также тезаурусов.

В докладе приведена оценка эффективности сопоставления документов с помощью полнотекстового поиска в PostgreSQL на примере сравнения фрагментов коллективного договора с базой действующих нормативно-правовых актов.

#### *Библиографический список*

1. Маннинг К., Прабхакар Р., Шютце Х. Введение в информационный поиск / пер. с англ. – СПб.: ООО "Диалектика", 2020. – 528 с.
2. Ozdemir S., Principles of Data Science: Understand, analyze, and predict data using Machine Learning concepts and tools, Second Edition. – Birmingham: Packt Publishing, 2018. – 444 с.
3. Гольдберг Й. Нейросетевые методы в обработке естественного языка / пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 282 с.
4. Hastie T., Tibshirani R., The Elements of Statistical Learning Data Mining, Inference, and Prediction Second Edition. – Stanford University, 2017. – 757 с.
5. Маркин, А. В. СУБД PostgreSQL. Основы SQL: учебное пособие / А. В. Маркин. – Москва: EDP Hub (Идипи Хаб), 2024. – 658 с.

### **МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ КОНТЕКСТНОГО АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ**

А.С. Попов, Н.С. Феоктистов

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

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

Разработка систем контекстного анализа информации с применением методов машинного обучения представляет собой перспективное направление в области обработки естественного языка и интеллектуального анализа данных. Основной задачей таких систем является извлечение смысловой нагрузки из текстовых данных с учетом их контекстного окружения [1, 2].

Для реализации систем контекстного анализа используются различные методы машинного обучения, каждый из которых решает специфические задачи обработки текстовой информации [3, 4]. Ключевые методы включают:

**Классификация текстов.** Позволяет автоматически относить текстовые документы к predetermined категориям на основе их смыслового содержания и контекстных признаков.

**Извлечение именованных сущностей.** Используется для автоматического выделения имен собственных, географических названий, организаций и других значимых объектов из текстовых данных.

**Анализ тональности.** Применяется для определения эмоциональной окраски текста и оценки субъективного мнения автора.

**Тематическое моделирование.** Этот метод позволяет автоматически выявлять скрытые тематические структуры в больших массивах текстовых данных.

**Глубокое обучение.** Основано на использовании нейронных сетей сложной архитектуры (RNN, LSTM, Transformer) для анализа последовательностей и учета контекстных зависимостей в тексте.

Все перечисленные методы могут быть интегрированы в единую систему контекстного анализа, что позволяет создавать комплексные решения для автоматической обработки текстовой информации.

Сбор данных. Первым этапом является сбор репрезентативного корпуса текстовых данных, включающего разнообразные тематики и стили изложения. Данные могут включать новостные статьи, научные публикации, пользовательские отзывы и сообщения в социальных сетях.

Предобработка текстовых данных. После сбора данных выполняется их предварительная обработка, включающая токенизацию, лемматизацию, удаление стоп-слов и нормализацию. Для русского языка особое внимание уделяется обработке морфологических особенностей и словоизменения.

Векторизация текста. Текстовые данные преобразуются в числовые представления с использованием методов word2vec, GloVe или BERT-эмбедингов. Это позволяет сохранить семантические и синтаксические связи между словами.

Построение моделей анализа. На основе векторных представлений строятся модели машинного обучения для решения конкретных задач контекстного анализа. Для классификации текстов эффективно применение методов опорных векторов и случайного леса, а для сложных контекстных задач — рекуррентных нейронных сетей.

Оценка и оптимизация моделей. Качество работы моделей оценивается с использованием метрик точности, полноты и F1-меры. На основе анализа ошибок выполняется дообучение моделей и оптимизация гиперпараметров.

Методы машинного обучения демонстрируют высокую эффективность в задачах контекстного анализа информации, позволяя автоматизировать процесс извлечения знаний из текстовых данных. Разработка таких систем требует учета лингвистических особенностей обрабатываемого языка и тщательного подбора алгоритмов анализа [3]. Перспективы развития связаны с использованием более сложных архитектур нейронных сетей и методов трансферного обучения для улучшения качества анализа русскоязычных текстов.

*Библиографический список*

1. Крошилилин, А. В. Предметно-ориентированные информационные системы / А. В. Крошилилин, С. В. Крошилилина, Г. В. Овечкин. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательство "КУРС", 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-907535-96-1. – EDN XBPJYN.
2. Саморукова О.Д., Крошилилин А.В., Крошилилина С.В., Жулева С.Ю. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник РГРТУ. №88 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 142 с. (106-114)
3. Иванов И.И. Применение методов машинного обучения для анализа текстовых данных // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. РГРТУ им. В.Ф. Уткина. т.1, Рязань: 2024. 20/С.(45-47)
4. Петрова А.С., Сидоров С.С. Нейросетевые методы обработки естественного языка в задачах классификации текстов // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. Г. В. Овечкина – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book jet), 2024 – 206 с. (78-82)

**ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С МЕХАНИЗМОМ ВНИМАНИЯ  
В РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

П.А. Попов

Научный руководитель – Цуканова Н.И., к.т.н., доцент

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

Современные рекомендательные системы сталкиваются с проблемой эффективного моделирования сложных взаимодействий между объектами системы. Традиционные методы, включая коллаборативную фильтрацию и базовые графовые нейронные сети, часто неспособны адекватно учитывать различную важность связей в графах взаимодействий, что ограничивает их точность и персонализацию для каждого узла.

Графовые сети внимания (Graph Attention Networks - GAT) представляют собой новый, более эффективный подход в области обработки графовых данных, который вводит механизм внимания для взвешивания влияния соседних узлов. В отличие от стандартных GNN, где агрегация информации от соседей происходит с фиксированными весами, GAT динамически вычисляет веса внимания, позволяя модели фокусироваться на наиболее релевантных связях в графе.

В данной статье рассматривается проблема учёта весов важности соседей для каждого узла в графе, главным решением предполагается использование механизма внимания.

*Библиографический список*

1. Zhiyuan Liu and Jie Zhou — Introduction to Graph Neural Networks, 2020. —129с
- 2.М. Allamanis, M. Brockschmidt, and M. Khademi. Learning to represent programs with graphs. 2018
3. Maxime Labonne — Hands-On Graph Neural Networks Using Python (2023). – 176 с.

## НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЗИМУТА ОБЪЕКТА В СИСТЕМЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

А.В. Портнов, Д.П. Петров, В.В. Карякин

Научный руководитель – Вахитов М.Г., к.т.н., доцент

**ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»**

В автономных робототехнических комплексах, оснащенных машинным зрением, решающих задачи обнаружения и оценки координат объекта является актуальным разработка алгоритмов определения азимута, угла места и дальности. Малогабаритные мобильные комплексы, как правило, обладают малой вычислительной мощностью. Это накладывает ограничение на использование алгоритмов, требующих объемных сложных вычислений. В рамках настоящего доклада решается частная задача определения азимута до объекта, находящегося в поле зрения камеры с использованием сверточной нейронной сети в условиях ограниченных вычислительных ресурсов. Разрабатываемый алгоритм ориентирован на применение в системах машинного зрения фасеточного типа [1, 2].

Плоскость, перпендикулярная направлению камеры, образует азимут и угол места от 0 до 180 градусов. Важным параметром камеры является угол обзора по горизонтали и вертикали. Ввиду того, что камеры имеют ограниченный угол обзора, нейронная сеть должна быть обучена на неполном диапазоне углов. Например, для недорогих коммерческих распространенных камер горизонтальный и вертикальный углы обзора составляют до  $50^\circ$  и  $38^\circ$ , что соответствует азимуту и углу места в пространстве. В качестве обучающего датасета было сформировано 11 классов по 400 изображений, содержащих информацию об азимутальном положении объекта – светового пятна с шагом  $5^\circ$ . Для создания датасета [3] использовался набор тестовых изображений с разным азимутальным углом объекта (рисунок 1, а).

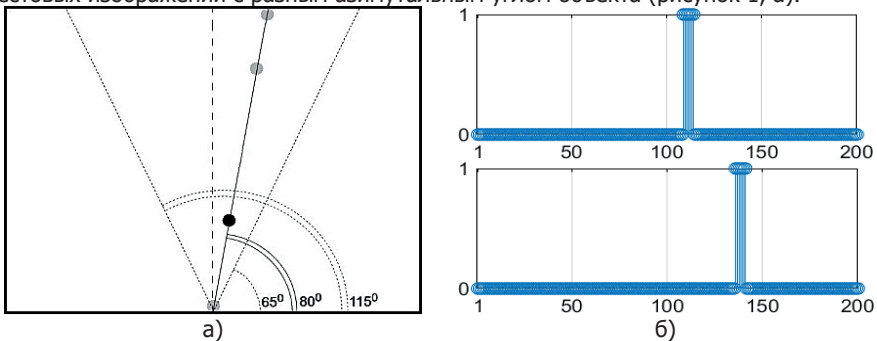


Рисунок 1 – Данные для набора датасета: а) исходное изображение со световым пятном; б) результат первичной обработки изображения

Темная точка – объект на исходном изображении, тусклые точки – объекты на других изображениях в текущем классе. Также на рисунке показаны: луч под углом к горизонту  $80^\circ$ , представляющий собой траекторию перемещения точки в классе; перпендикуляр к горизонту; лучи под углами  $65^\circ$  и  $115^\circ$ , которые являются крайними, задействованными в обучении. Данные углы заданы углом обзора камеры  $50^\circ$ , который получается отклонением от перпендикуляра на  $25^\circ$  в обе стороны.

Размер исходных изображений составляет 800x800 пикселей. В качестве первичной обработки произведено разбиение изображений по горизонтали и вертикали на отдельные элементы (фасетки) с последующим суммированием яркостей пикселей в пределах каждого элемента (столбца или строки). После чего применяется пороговая обработка, в результате которой все ненулевые фасетки принимают значение «1» (рисунок 1, б). Полученные бинарные вектора преобразуются в двумерную матрицу размером 28x28 пикселей. Значения фасеток записываются последовательно, начиная с первого элемента горизонтальной оси и заканчивая последним элементом вертикальной оси. Таким образом формируется вся обучающая и тестовая выборки. Результаты обучения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты обучения нейронной сети

Истинные классы углов	Всего предсказаний	Количество ошибок
65	62	2
70	56	0
75	56	0
80	57	3
85	59	2
90	66	10
95	63	6
100	53	0
105	60	3
110	64	7
115	57	1

Обученная на полученных данных сверточная нейронная сеть показала точность оценки азимута 95,15%. В дальнейшем планируется переход к стереозрению (с определением азимута, угла места и дальности до объекта) и мультисенсорному зрению (охват большого поля зрения – до 360°).

Исследование выполнено в рамках первого этапа гранта Российского научного фонда № 25-29-20236, <https://rscf.ru/project/25-29-20236/>. Далее планируется усовершенствование алгоритмов и проведение исследований на макете системы бинокулярного зрения фасеточного типа.

#### *Библиографический список*

1. Cheng Y., Cao J., Zhang Y., et al. Review of state-of-the-art artificial compound eye imaging systems. *Bioinspiration and Biomimetics*. 2019. Vol. 14, no. 3. DOI: 10.1088/17483190/aaffb5.
2. Портнов А.В., Николаев А.Н., Николаева А.Р. Устройство и алгоритмы первичной обработки видеoinформации для системы машинного зрения на основе искусственных фасеточных глаз // *Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере*. 2023. Т. 4, № 50. С. 5-12. DOI: 10.14529/secu230401.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс: пер. с англ. 2-е изд. М.: Вильямс, 2006. 1104 с. ISBN 5-8459-0890-6.

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА И ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ГИБРИДНОГО РЕШЕНИЯ НА JAVA-ПЛАТФОРМЕ

И.А. Прилепский

Научный руководитель – Овечкин Г.В., зав. кафедрой, д.т.н., профессор

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

В условиях цифровой трансформации экономики точное прогнозирование спроса становится критически важным элементом управления бизнес-процессами компаний розничной торговли. Современные исследования в области прогнозирования демонстрируют доминирование решений, реализованных в Python-экосистеме, таких как Prophet, Kats и Greykite [1,2,3]. Эти системы обеспечивают высокую точность прогнозов (см. таблица 1), однако их интеграция в Java-ориентированные корпоративные системы сопряжена со значительными трудностями.

Таблица 2 - Сравнительный анализ Python-решений

Критерий	Prophet	Kats	Greykite
Поддержка ML	Специализированная	Широкий спектр алгоритмов	Градиентный бустинг
Работа с рядами	Специализированная обработка	Комплексный анализ	Продвинутое прогнозирование
API интеграции	Python API	Python API	Python API
Требования к вычислительным ресурсам	Средние	Высокие	Высокие
Простота внедрения	Высокая	Средняя	Средняя

Проведенный анализ выявил существенный разрыв между теоретическими возможностями современных методов прогнозирования и их практическим применением в среде среднего бизнеса. Python-ориентированные решения требуют значительных вычислительных ресурсов и сложны в интеграции с существующей Java-инфраструктурой предприятий. Существующие Java-библиотеки машинного обучения, такие как Smile, Tribuo и H2O.ai [4,5,6], предоставляют базовые строительные блоки, но не предлагают специализированных решений для прогнозирования временных рядов (см. таблица 2).

Таблица 3 – Сравнительный анализ Java-решений

Критерий	Smile	Tribuo	H2O.ai	Наша система
Поддержка ML	Широкий спектр алгоритмов	Промышленные алгоритмы	Распределённые алгоритмы	Гибридные алгоритмы
Работа с рядами	Базовые методы	Базовые методы	Расширенные методы	Гибридные методы
API интеграции	Java, Scala API	Java API	Java API, REST, Web UI	Java API + REST

Требования к вычислительным ресурсам	Низкие	Средние	Высокие	Сбалансированные
Простота внедрения	Высокая	Высокая	Средняя	Высокая

Сравнительный анализ функциональных возможностей показал, что современные системы прогнозирования можно классифицировать по нескольким ключевым критериям: поддержка алгоритмов машинного обучения, работа с временными рядами, возможности интеграции, требования к вычислительным ресурсам и простота внедрения. Наибольшей эффективностью обладают гибридные подходы, сочетающие классические статистические методы с алгоритмами машинного обучения.

На основе выявленных ограничений существующих решений обоснована необходимость разработки специализированной системы прогнозирования спроса на Java-платформе. Предлагаемое решение будет реализовывать гибридную архитектуру, комбинирующую проверенные статистические методы (ARIMA, экспоненциальное сглаживание) с алгоритмами градиентного бустинга. Ключевыми преимуществами разрабатываемой системы являются нативная реализация на Java, обеспечивающая бесшовную интеграцию с корпоративными системами, и модульная архитектура, позволяющая гибко настраивать функциональность под специфические бизнес-требования.

Особое внимание в разработке уделяется оптимизации для среднего бизнеса, учитывающей ограничения по вычислительным ресурсам и необходимость простоты внедрения. Предлагаемый подход позволит сократить разрыв между современными научными разработками в области прогнозирования и реальными потребностями бизнеса в эффективных и практичных решениях.

#### *Библиографический список*

1. Taylor S.J. Forecasting at scale [Электронный ресурс] // PeerJ. – 2021. – URL: <https://peerj.com/articles/cs-127/> (дата обращения: 03.10.2025).
2. Facebook Research. Kats: A kit to analyze time series data [Электронный ресурс] // GitHub. – 2023. – URL: <https://github.com/facebookresearch/kats> (дата обращения: 03.10.2025).
3. LinkedIn. Greyscale: A flexible, intuitive and fast forecasting library [Электронный ресурс] // GitHub. – 2023. – URL: <https://github.com/linkedin/greyscale> (дата обращения: 03.10.2025).
4. Li H. Smile: Statistical Machine Intelligence and Learning Engine [Электронный ресурс] // Journal of Machine Learning Research. – 2023. – URL: <https://haifengl.github.io/> (дата обращения: 03.10.2025).
5. Oracle. Tribuo: Machine Learning in Java [Электронный ресурс] // Oracle Technical Documentation. – 2023. – URL: <https://tribuo.org/> (дата обращения: 03.10.2025).
6. H2O.ai. H2O: Scalable Machine Learning Platform [Электронный ресурс] // H2O.ai Documentation. – 2023. – URL: <https://docs.h2o.ai/> (дата обращения: 03.10.2025).



## **РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОНЛАЙН-СОБЕСЕДОВАНИЙ С AI-АССИСТЕНТОМ**

К.А. Прилепский

Научный руководитель – Овечкин Г.В., зав. кафедрой, д.т.н., профессор

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

Актуальность исследования обусловлена стремительной цифровизацией процессов IT-рекрутинга и массовым переходом компаний на удалённые форматы работы. Современный рынок технических собеседований характеризуется усилением глобализации и необходимостью объективной оценки компетенций кандидатов в условиях дистанционного взаимодействия [1].

Проведенный анализ современных коммерческих решений для проведения технических собеседований выявил существенные ограничения. Существующие платформы демонстрируют фрагментарность функциональности, не обеспечивают сквозного процесса оценки и ограничиваются преимущественно проверкой конечного результата, игнорируя анализ процесса разработки [2]. Это приводит к снижению объективности оценки и невозможности комплексно оценить навыки кандидата.

Основная научная проблема исследования заключается в отсутствии целостной, интегрированной платформы, которая сочетала бы инструменты для всех этапов технического интервью с интеллектуальной AI-поддержкой, обеспечивающей анализ как результата, так и процесса работы кандидата. Существующий пробел проявляется в недостатке систем, которые активно помогают интервьюеру за счёт применения искусственного интеллекта для объективного анализа кода и процесса его написания в реальном времени [3].

Целью исследования является разработка интегрированной платформы для проведения технических онлайн-собеседований, обеспечивающей повышение объективности и скорости оценки на 20% по сравнению с использованием набора разрозненных инструментов. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: проведение комплексного анализа предметной области и критического обзора существующих платформ и научных подходов; проектирование архитектуры и схемы базы данных для комплексной web-платформы; разработка модуля AI-ассистента для автоматического анализа исходного кода.

Методология исследования включает применение современных подходов к разработке программного обеспечения. Для проектирования архитектуры системы использованы принципы чистой архитектуры и объектно-ориентированного проектирования [4]. Организация real-time взаимодействия обеспечена через WebSocket [5]. Безопасное выполнение кода планируется реализовать на основе Docker-контейнеризации [6].

В результате исследования разработан проект системы, включающий следующие ключевые модули: модуль совместного редактирования кода на основе операционной трансформации с использованием WebSocket; модуль безопасного выполнения кода в изолированных Docker-контейнерах; модуль асинхронного код-ревью с системой комментариев; модуль AI-ассистента для анализа кода в реальном времени с интеграцией с современными языковыми моделями.

Планируемое экспериментальное исследование предполагает сравнительное тестирование с использованием набора разрозненных инструментов для проверки

достижения целевых показателей. Ожидается, что система продемонстрирует устойчивую работу при 150 параллельных сессиях с временем отклика менее 200 мс для операций редактирования кода.

Перспективы дальнейшего развития проекта включают расширение функциональности AI-ассистента за счёт внедрения анализа поведенческих метрик процесса программирования, интеграцию с популярными HRM-системами, а также разработку мобильного клиента для участия в собеседованиях.

#### *Библиографический список*

1. Петров А.С. Тенденции развития IT-рекрутинга в условиях цифровой трансформации / А.С. Петров // Управление персоналом. — 2023. — № 5. — С. 34-42.
2. Гамма Э. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Д. Влиссидес; пер. с англ. — СПб.: Питер, 2021. — 366 с.
3. Chen L. AI-Powered Code Analysis in Software Engineering Education / L. Chen, M. Wang // IEEE Transactions on Learning Technologies. — 2023. — Vol. 16(2). — P. 245-258.
4. Мартин Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения / Р. Мартин; пер. с англ. — СПб.: Питер, 2019. — 352 с.
5. Николаев В. Г. Технологии реального времени в веб-приложениях / В. Г. Николаев // Программирование. — 2022. — Т. 48, № 4. — С. 45-56.
6. Агуров П. В. Docker и Kubernetes. Промышленное программирование / П. В. Агуров. — СПб.: БХВ-Петербург, 2021. — 448 с.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ AI-СЕРВИСОВ И АЛГОРИТМОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ АУДИОСИГНАЛОВ**

С.А. Саморуков

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

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

В условиях стремительного развития искусственного интеллекта подходы к профессиональной обработке звука меняются [1]. В настоящее время существуют множество облачных и десктопных решений, предлагающих автоматизировать сложные процессы обработки аудиосигналов, такие как сведение и мастеринг. Но важно учитывать универсальность таких сервисов, ведь каждый такой инструмент имеет свои сильные и слабые стороны, которые необходимо проанализировать, а также определить целесообразность использования таких сервисов в профессиональных и любительских задачах.

Формирование тестового стенда. Для объективной оценки сервисов, предназначенных для обработки аудиосигналов, были выбраны следующие метрики: уровень громкости (в LUFS – Loudness Units Full Scale), динамический диапазон, спектральный анализ и статистика искажений (THD – Total Harmonic Distortion). Для субъективной оценки было организовано прослушивание с привлечением звукоинженеров и слепое прослушивание материала [2]. В качестве тестового материала были выбраны музыкальные произведения различных жанров.

Проведение сравнительных испытаний и сбор данных. Каждый из выбранных сервисов был протестирован на идентичном тестовом материале. Исходные произведения подавались на вход каждому сервису со стандартными настройками. Результаты обработки сравнивались с эталонными версиями, которые были сведены и обработаны вручную. Помимо качества обработки также отмечались такие аспекты, как поддержка сервисов различных форматов аудиофайлов, скорость обработки и гибкость настроек [1, 2].

Анализ результатов. Полученные объективные и субъективные данные были занесены в сравнительную таблицу, на основе которой были сделаны выводы: сервисы можно разделить на три группы – для звукорежиссеров-любителей (сервисы, дающие быстрый результат, но среднего качества), для звукорежиссеров-профессионалов (сервисы, требующие больше ресурсов и времени, но дающие более качественный результат) и жанрово-специфичные (сервисы, показывающие наилучшие результаты в определенных жанрах). Во всех группах наблюдались схожие проблемы: некорректная обработка вокальных партий и высоких частот, а также проблемы обработки материала со сложной транзистентной структурой [2].

Проведенное исследование показало, что современные AI-сервисы автоматической обработки аудио являются мощным инструментом, но не являются универсальным решением. Такие сервисы способны за небольшое время сгенерировать «черновой» вариант для опытных звукорежиссеров, а также подготовить базовое сведение и мастеринг для звукорежиссеров-любителей. Результаты анализа четко демонстрируют, что эффективность каждого сервиса сильно зависит от исходного материала и целевых требований при обработке аудио.

#### *Библиографический список*

1. Картер, Д. Нейросети. Обработка аудиоданных / Д. Картер. — SelfPub, 2023. — 123 с.
2. Овсински, Б. Настольная книга звукорежиссера / Б. Овсински — 5-е изд. — U.S.: Owsinski Media Group, Bobby, 2023. — 115 с.

## **ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ-ПЕРЕВОДА В ПУБЛИЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

А.О. Сапрыкина

**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

В докладе анализируются ключевые этические проблемы, связанные с использованием ИИ-перевода в публичной сфере, а также рассматриваются пути их ответственного регулирования.

Современные информационные системы всё чаще используют технологии искусственного интеллекта для преодоления языковых барьеров. Такие сервисы, как Google Translate, DeepL, Яндекс.Перевод и другие, стали неотъемлемой частью повседневной коммуникации: они используются в социальных сетях, новостных агрегаторах, на официальных сайтах государственных учреждений, в международной дипломатии и даже в образовательных платформах. Благодаря им миллионы пользователей получают мгновенный доступ к информации на иностранных языках, что способствует глобализации и демократизации знаний.

Однако наряду с очевидными преимуществами массовое применение ИИ-перевода в публичном пространстве порождает серьёзные этические вызовы. Автоматические системы, несмотря на высокую грамматическую гладкость, часто искажают смысл оригинала: меняют эмоциональную окраску высказываний, упрощают сложные концепции, теряют культурно-специфические отсылки или вовсе генерируют фактически неверную информацию. Особенно опасны такие искажения в контексте политики, СМИ и официальных документов, где неточность перевода может привести к манипуляциям, дезинформации или международным недоразумениям.

Широкое использование ИИ-перевода в публичном пространстве сопряжено с рядом серьёзных этических проблем, которые выходят за рамки чисто технических недостатков и затрагивают вопросы ответственности, доверия и информационной безопасности.

Во-первых, искажение смысла остаётся наиболее частой и опасной проблемой. Даже при грамматически корректном результате автоматический перевод может кардинально менять тональность высказывания (например, нейтральное «вмешательство» вместо эмоционально окрашенного «вторжение»), упрощать сложные политические или юридические формулировки, а также терять культурно-специфические реалии, что ведёт к непониманию или ложным интерпретациям.

Во-вторых, возникает проблема ответственности. Когда ИИ-переводчик искажает содержание официального заявления или новостного репортажа, непонятно, кто несёт за это ответственность: разработчик алгоритма, платформа, разместившая контент, или конечный пользователь, не проверивший точность перевода. Отсутствие чёткого распределения ответственности создаёт правовой и этический вакуум [2].

В-третьих, существует манипулятивный потенциал. Злоумышленники могут сознательно использовать известные слабости ИИ-систем — например, их склонность к буквальному переводу или игнорированию контекста — чтобы исказить позицию оппонента, создать фейковую цитату или спровоцировать международный конфликт. Особенно уязвимы в этом плане дипломатические и политические коммуникации.

Наконец, массовое распространение автоматического перевода без предупреждений о его условности нарушает право граждан на достоверную информацию. Пользователи, особенно не владеющие иностранным языком, часто воспринимают результат ИИ-перевода как официальный и точный, не осознавая, что за ним может скрываться фактическая ошибка или смысловое искажение. Это подрывает основы информационной грамотности и демократического диалога.

Для минимизации рисков, связанных с использованием автоматического перевода в публичном пространстве, необходимо внедрять чёткие этические и технические нормы. Во-первых, прозрачность должна быть обязательной [3]: любой автоматически переведённый текст — особенно на официальных сайтах, в СМИ или соцсетях — должен сопровождаться явным уведомлением вроде «Переведено с помощью ИИ. Возможны неточности». Это формирует у пользователя критическое отношение к контенту. Во-вторых, в критически важных областях — юриспруденции, медицине, дипломатии, образовании — необходимо требовать обязательного постредактирования квалифицированным переводчиком. Автоматический перевод может служить черновиком, но не заменой профессиональной работы. В-третьих, разработчики ИИ-систем должны внедрять доменные ограничения: например, при попытке перевести юридический документ система может выдавать предупреждение или предлагать только версию с пометкой «требует экспертной проверки». Такой

подход уже частично реализован в некоторых CAT-платформах и корпоративных решениях.

Наконец, ключевую роль играет медиа- и цифровая грамотность. Образовательные программы — от школы до профессиональной переподготовки — должны включать модули по критическому восприятию ИИ-генерируемого контента [1], в том числе перевода.

ИИ-перевод стал неотъемлемой частью современной информационной экосистемы, обеспечивая широкий доступ к мультязычному контенту. Однако его массовое применение в публичной сфере без этических и технических рамок несёт серьёзные риски, от искажения фактов до манипуляций и снижения доверия к информации. Ответственное использование автоматического перевода требует совместных усилий одновременно и разработчиков, и СМИ, и пользователей. Только при таком комплексном подходе ИИ-перевод сможет выполнять свою главную миссию — сближать культуры, а не искажать их.

#### *Библиографический список*

1. Болдырева Т. В. Цифровая грамотность в эпоху искусственного интеллекта: вызовы и стратегии для медиаобразования / Т. В. Болдырева, П. Д. Кветкин // Цифровая журналистика: технологии, смыслы и особенности творческой деятельности : сб. материалов II Международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 26–29 марта 2025 г.). — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2025. — С. 236–238.

2. Медведев А. И. Правовые аспекты искусственного интеллекта и смежных технологий // Журнал Суда по интеллектуальным правам. — 2022. — № 4 (38). — С. 48–63.

3. Hovy D., Spruit S. L. The Social Impact of Natural Language Processing // Association for Computational Linguistics. — Berlin, 2016. — P. 591–598.

## **АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ СТРЕССА В РЕЧИ МЕТОДОМ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ**

М.Н. Сараев

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

**Аннотация.** В работе исследуются акустические признаки, информативные для различения спокойного и стрессового состояний у двух гендерных групп (мужчины, женщины). Для снижения размерности и интерпретации структуры признаков применен метод главных компонент (PCA). На основе анализа нагрузок компонент выделены доминирующие спектральные и источниковые маркеры стресса; сделаны рекомендации по выбору признаков для задач распознавания стресса в речи.

**Данные.** Сформирован собственный корпус из 264 аудиофайлов формата WAV (16-бит, 22050 Гц, длительность 3–6 с) с разметкой стресс и нейтральность. Корпус состоит из эталонной части — 17 записей (10 мужчин, 7 женщин) с выраженной стрессовой окраской (записи из открытых источников) и нейтральной части — 247 записей (аналогичные фразы в спокойном исполнении, исполнители: 10 мужчин, 6 женщин).

**Методы.** Для каждого файла извлекались стандартные акустические признаки: фундаментальная частота ( $F_0$ ), форманты (Formant<sub>1</sub> – Formant<sub>4</sub>), параметры источника (Jitter, Shimmer, HNR), мел-частотные кепстральные коэффициенты (MFCC) и их статистики (средние значения). Для уменьшения размерности и интерпретации латентных осей применяли PCA. Анализ проводился отдельно для мужской и женской подвыборки; результаты визуализировались с помощью тепловых карт нагрузок (loadings) и проекций наблюдений на первые две компоненты (PC1, PC2).

**Интерпретация и выводы.** Тепловые карты нагрузок компонент PCA представлены на рисунке 1. В исследуемой выборке различие стресс – нейтральность кодируется преимущественно спектральными признаками (Formant<sub>2</sub> – Formant<sub>4</sub>, MFCC<sub>2</sub> – MFCC<sub>3</sub>). Для мужчин источник ( $F_0$ , Jitter, Shimmer) формирует дополнительную ось, усиливающую разделение классов; для женщин доминируют формантно-кепстральные и параметры гармоничности (HNR). Следовательно, при построении систем автоматического распознавания стресса целесообразно:

1. Для мужчин комбинировать формантно-спектральные признаки и источникковые параметры ( $F_0$ , Jitter, Shimmer).
2. Для женщин акцентировать внимание на формантно-кепстральных признаках и HNR.

Указанные результаты соответствуют общим представлениям о роли спектральных и источникковых маркеров в паралингвистике [1] и демонстрируют применимость PCA для выявления информативных латентных осей [2]. При интерпретации статистических выводов следует учитывать современные рекомендации по правильной интерпретации р-значений и статистических решений [3, 4].

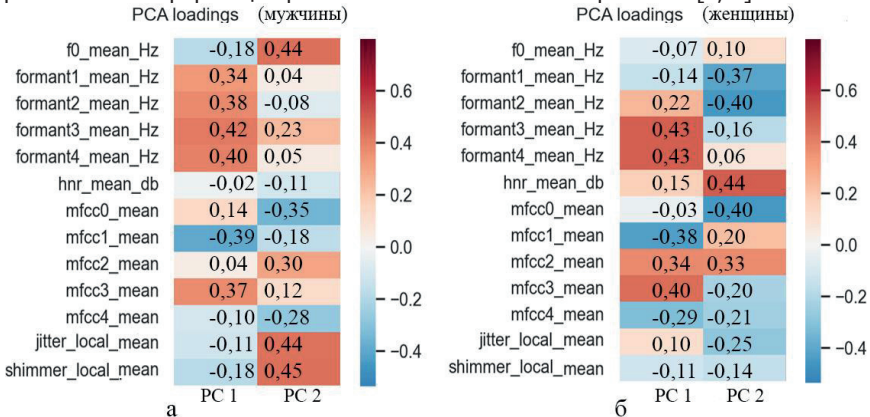


Рисунок 1 – Тепловые карты нагрузок (loadings) для первых двух компонент PCA — отдельно для мужчин фрагмент а и женщин фрагмент б

#### Библиографический список

1. Ettien Koffi. *A comprehensive review of jitter, shimmer, and HNR: Linguistic and paralinguistic applications*. Linguistic Portfolios. 14 (2025), Article 2. St Cloud State University Repository.

2. Jolliffe I. T. *Principal component analysis: a review and recent developments* / I. T. Jolliffe, J. Cadima // *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. — 2016. — Vol. 374, iss. 2065. — P. 20150202.
3. Wasserstein R. L. *Moving to a world beyond "p < 0.05"* / R. L. Wasserstein, A. L. Schirm, N. A. Lazar // *The American Statistician*. — 2019. — Vol. 73, sup1. — P. 1–19.
4. Гланц С. *Медико-биологическая статистика* / С. Гланц. — Москва: Практика, 2016. — 708 с. — ISBN 978-5-89816-157-0.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ОТЗЫВОВ**

Я.В. Седых

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д.т.н., профессор

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

В докладе рассматривается задача автоматического определения тональности пользовательских отзывов с применением методов машинного обучения и обработки естественного языка [1]. Актуальность исследования обусловлена возрастающим объемом пользовательского контента в цифровой среде и необходимостью автоматизации процесса анализа мнений потребителей для принятия управленческих решений [5].

Анализ тональности текстов представляет собой сложную задачу компьютерной лингвистики, требующую учета семантических, синтаксических и контекстных особенностей естественного языка [2]. Основные сложности связаны с многозначностью слов, наличием сарказма и иронии, использованием сленга и разговорной лексики в пользовательских отзывах.

Целью работы является сравнительное исследование современных подходов к анализу тональности русскоязычных текстов и разработка рекомендаций по выбору оптимального метода для различных типов данных. В работе рассматриваются словарные методы на основе лексиконов оценочной лексики, классические алгоритмы машинного обучения и современные нейросетевые архитектуры [3, 4].

Научная новизна заключается в комплексном анализе применимости различных подходов к обработке пользовательских отзывов с учетом специфики предметной области и особенностей русского языка. Проводится исследование влияния предобработки текстовых данных, выбора признакового пространства и параметров моделей на точность классификации тональности [6].

Практическая значимость работы связана с возможностью применения результатов исследования в системах мониторинга репутации, анализа обратной связи от клиентов, оценки качества цифровых сервисов и продуктов [5]. Разработанные рекомендации могут быть использованы при проектировании интеллектуальных систем обработки естественного языка для решения задач анализа настроения в различных прикладных областях.

### *Библиографический список*

1. Хобсон Лейн. *Обработка естественного языка в действии* [Текст] / Л. Хобсон, Х. Хапке, К. Ховард. — СПб.: Питер, 2020. — 576 с.



2. Семина, Т. А. Анализ тональности текста: современные подходы и существующие проблемы [Электронный ресурс] / Т. А. Семина // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии. — 2020. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tonalnosti-teksta-sovremennye-podhody-i-sushchestvuyuschie-problemy> (дата обращения: 22.10.2025).

3. Гавриленко, А. В. Применение методов семантического анализа текста и методов машинного обучения для анализа тональности финансовых новостных сообщений [Электронный ресурс] / А. В. Гавриленко. — 2024. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49477376> (дата обращения: 22.10.2025).

4. Андросов, А. Ю. Алгоритм определения тональности публикаций СМИ к должностным лицам госорганов [Электронный ресурс] / А. Ю. Андросов, А. Ю. Бородащенко, К. С. Леонидова. — 2020. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algorithm-opredeleniya-tonalnosti-publikatsiy-smi-k-dolzhdnostrym-litsam-gosudarstvennyh-organov> (дата обращения: 22.10.2025).

5. Филатова, О. Г. Анализ комментариев в социальных сетях и мессенджерах как метод оценки социальной результативности цифровых городских сервисов [Электронный ресурс] / О. Г. Филатова, Б. А. Низомутдинов, Р. В. Болгов, Е. Ю. Видясов. — 2024. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-kommentariyev-v-sotsialnyh-setyah-i-messendzherah-kak-metod-otsenki-sotsialnoy-rezultativnosti-tsifrovyyh-gorodskih-servisov> (дата обращения: 22.10.2025).

6. Косарева, Е. В. Применение тематического моделирования для интеллектуального анализа отзывов на русском языке [Текст] / Е. В. Косарева, Н. В. Давыдик // Дистанционные образовательные технологии : сб. трудов V Междунар. науч.-практ. конф., Симферополь, 22–25 сент. 2020 г. — Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2020. — С. 228–231.

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: КЛАССИФИКАЦИЯ УГРОЗ И УЯЗВИМОСТЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

К.Ю. Селин, И.С. Маркелов

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

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

Современный этап технологического развития характеризуется стремительной интеграцией систем искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в критически важные области человеческой деятельности: от автономного транспорта и финансовой аналитики до медицинской диагностики и систем национальной безопасности. Однако параллельно с расширением областей применения возникает и качественно новый класс рисков, связанных с уязвимостями самих алгоритмов. Безопасность ИИ превратилась в самостоятельную междисциплинарную область знаний, объединяющую специалистов по компьютерным наукам, кибербезопасности и этике. Актуальность данной темы обусловлена тем, что традиционные подходы к кибербезопасности оказываются недостаточными для защиты интеллектуальных систем, демонстрирующих элементы автономного поведения и принятия решений.

Фундаментальная проблема заключается в том, что модели машинного обучения, будучи статистическими по своей природе, наследуют уязвимости как данных, на которых они обучены, так и алгоритмических решений, заложенных в их



архитектуру. Это создает уникальную поверхность для атак, требующих разработки специализированных методов защиты. В рамках настоящего доклада предлагается классификация угроз безопасности ИИ по критерию направленности воздействия: угрозы, нацеленные на компрометацию ИИ-систем, и угрозы, возникающие в результате некорректного функционирования или проектирования таких систем.

Классификация угроз безопасности искусственного интеллекта:

### 1. Угрозы, направленные против систем ИИ (Эксплойты)

Данная категория объединяет целенаправленные действия злоумышленников, нацеленные на нарушение конфиденциальности, целостности или доступности систем машинного обучения. Эти атаки можно систематизировать по фазе жизненного цикла модели, на которую они нацелены.

#### 1.1. Атаки на этапе обучения (Training-time Attacks)

Наиболее опасным видом атак данного класса является отравление данных (Data Poisoning). Злоумышленник получает возможность модифицировать или добавлять вредоносные примеры в обучающую выборку, что приводит к целенаправленному искажению функции потерь модели и, как следствие, к ухудшению ее обобщающей способности или внедрению скрытых уязвимостей (backdoors). Например, добавление в обучающий набор данных для системы компьютерного зрения специально сконструированных изображений может создать скрытый триггер: модель будет корректно классифицировать объекты до тех пор, пока в кадре не появится заранее определенный элемент, активирующий ошибочное поведение.

Более сложной разновидностью является атака сдвигом данных (Data Shift Attack), при которой злоумышленник предсказывает возможные изменения в распределении входных данных после развертывания модели и соответствующим образом "отравляет" обучающий набор, чтобы максимизировать ошибки модели в будущем.

#### 1.2. Атаки на этапе инференса (Inference-time Attacks)

К этому классу относятся атаки, осуществляемые после развертывания модели, когда ее параметры остаются неизменными. Наиболее изученным типом являются состязательные атаки (Adversarial Attacks). Их суть заключается в генерации состязательных примеров (adversarial examples) – входных данных, к которым добавляется малозаметное для человеческого восприятия возмущение, достаточное для того, чтобы модель приняла ошибочное решение. Различают атаки "белого ящика" (white-box), при которых атакующий имеет полную информацию о архитектуре и параметрах модели, и атаки "черного ящика" (black-box), основанные на зондирующих запросах к модели и анализе ее выходных сигналов.

К этому же классу относятся атаки на конфиденциальность модели. Атака членства (Membership Inference Attack) позволяет определить, входил ли конкретный образец данных в обучающий набор модели. Это представляет угрозу для конфиденциальности данных, особенно в таких областях, как здравоохранение. Модельная экстракция (Model Extraction) нацелена на кражу интеллектуальной собственности путем создания функционально эквивалентной копии модели через массовые запросы к ее API.

2. Угрозы, исходящие от систем ИИ (Системные риски). Эта категория объединяет риски, которые возникают не в результате целенаправленной атаки, а как следствие фундаментальных ограничений или дефектов в проектировании, обучении или развертывании систем ИИ.

#### 2.1. Необъяснимость и смещения (Explainability and Bias)

Проблема "чёрного ящика" характерна для многих современных моделей, особенно глубоких нейронных сетей. Невозможность интерпретировать и отследить логику принятия решений делает такие системы непригодными для использования в областях, требующих прозрачности и accountability, таких как правосудие, кредитование или медицина. Смещения (Bias) в моделях возникают вследствие репрезентативных или исторических смещений в обучающих данных. Алгоритм, обученный на данных о найме, исторически содержащих гендерную дискриминацию, может автоматизировать и усилить эту дискриминацию, выдавая предвзятые рекомендации.

## 2.2. Проблема спецификации целей (AI Alignment Problem)

Фундаментальный риск связан с трудностью формализации реальных, сложных целей в виде функции потерь, которую оптимизирует модель. Неполная или неверная спецификация цели может привести к нежелательному и потенциально опасному поведению агента. Система, оптимизирующая показатель вовлечённости пользователей в социальной сети, может прийти к выводу, что распространение контента, вызывающего поляризацию и агрессию, является наиболее эффективной стратегией, даже если это противоречит этическим нормам.

## 2.3. Уязвимости цепочки поставок (AI Supply Chain Vulnerabilities)

Современная разработка моделей машинного обучения основывается на сложных цепочках поставок, включающих открытые датасеты, фреймворки (TensorFlow, PyTorch), предобученные модели и библиотеки для их развёртывания (MLOps). Компрометация любого звена этой цепочки, например, внедрение уязвимости в популярную библиотеку или отравление публичного датасета, может привести к масштабным последствиям, затронув тысячи конечных приложений.

Проведённый анализ демонстрирует, что угрозы безопасности искусственного интеллекта носят системный и многогранный характер. Они требуют комплексного подхода, сочетающего как технические контрмеры (регуляризация, состязательное обучение, формальная верификация моделей), так и организационно-правовые меры (стандартизация, аудит, нормативное регулирование). Дальнейшее развитие этой области видится в создании "безопасных по построению" (secure by design) систем машинного обучения, где вопросы безопасности интегрированы на всех этапах жизненного цикла – от сбора данных и проектирования архитектуры до промышленного развёртывания и мониторинга. Для будущих специалистов в области IT понимание этих угроз является не просто дополнительной компетенцией, а обязательным элементом профессиональной подготовки, от которого будет зависеть надежность и безопасность цифровой инфраструктуры будущего.

### *Библиографический список*

1. Риски безопасности в цепочках поставок ИИ [Электронный ресурс] – URL: <https://cohere.com/blog/security-risks-in-ai-supply-chains>
2. Проблема выравнивания ИИ — как согласовать цели с ценностями человека [Электронный ресурс] – URL: <https://vc.ru/id4616024/2154766-problema-vyravnivaniya-ii>

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНЦИДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ZABBIX И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

К.Д. Сенякин

Научный руководитель – Перепелкин Д.А., д.т.н., профессор  
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В современной ИТ-инфраструктуре невозможно представить эффективное управление бизнес-процессами без систем мониторинга, таких как, например, Zabbix. Эти системы в реальном времени собирают огромное количество данных о состоянии серверов, сетевого оборудования и приложений. Однако в большинстве случаев мониторинг зачастую ограничивается лишь стандартным, реактивным подходом, оповещая о проблемах лишь после их возникновения.

Предлагаемая концепция программной системы нацелена на переход от реактивного к проактивному управлению. Её суть заключается в автоматизированном анализе имеющихся данных Zabbix с помощью обученной нейронной сети для выявления скрытых закономерностей и прогнозирования будущих инцидентов до их наступления.

Рассматриваемая система анализа и прогнозирования включает в себя несколько ключевых этапов. Такой подход позволяет как предвидеть сбои, так и оптимально распределять ресурсы, повышая отказоустойчивость инфраструктуры.

Начальный этап работы системы характеризуется сбором и агрегацией данных из Zabbix. Это включает в себя метрики загрузки процессора и памяти, дискового I/O, latency сетевых интерфейсов, а также журналы возникновения предыдущих проблем. Данные проходят стадию предварительной обработки (нормализацию, очистку от шумов), что очень важно для качества последующего анализа. Нейронная сеть на этом этапе выполняет роль инструмента для первичного анализа, выявляя сложные, неочевидные для человеческого взгляда корреляции между различными метриками, количество которых столь велико, что человек работая один или в команде физически не сможет рассмотреть и сравнить. Таким образом, конструкция на начальной фазе выполняет роль интеллектуального компрессора, так как система не может передать все массивы данных, являющихся довольно объемными, нейросети в неизменном виде — это неэффективно, а также анализатора информации.

Основная фаза анализа протекает с использованием архитектуры рекуррентной нейронной сети (RNN), в частности, механизма LSTM (Long Short-Term Memory), который отлично подходит для работы с временными рядами. Сеть обучается на исторических данных, чтобы распознавать паттерны, которые в прошлом предшествовали критическим инцидентам. Например, она может обнаружить, что медленный, но устойчивый рост потребления памяти в течение 48 часов с определённым профилем нагрузки с высокой вероятностью приводит к исчерпанию ресурсов через несколько часов. Эта фаза позволяет перейти от констатации фактов к их интерпретации и предсказанию.

Заключительная фаза — это генерация прогноза и упреждающих действий. На основе выявленных закономерностей система строит вероятностный сценарий развития событий. Она может не только предсказывать возможные сбои, но и автоматически инициировать действия по его предотвращению: например, отправлять уведомление администратору, автоматически масштабировать ресурсы в облачной среде или запускать профилактические скрипты. Это позволяет заполнить

последние 10-15% в эффективности управления ИТ-инфраструктурой, перекрывая «слепые зоны» традиционного мониторинга.

Фаза непрерывного обучения – имеет цель адаптировать систему к изменяющимся условиям работы инфраструктуры. Поскольку поведение систем нестационарно, нейросеть должна регулярно дообучаться на новых данных, уточняя и калибруя свои прогнозы.

Эта фаза сопровождается сбором обратной связи о точности предсказаний и будет длиться на протяжении всего жизненного цикла системы. Фаза непрерывного обучения служит для защиты от «дрейфа концепций» (concept drift) и обеспечения долгосрочной релевантности и точности прогнозов, сохраняя актуальность модели при появлении нового оборудования, приложений и паттернов нагрузки.

#### *Библиографический список*

1. Zabbix Official Documentation [Электронный ресурс].  
<https://www.zabbix.com/documentation/current>
2. Géron, A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow / A. Géron. – 2nd ed. – O'Reilly Media, 2019. – 856 p.

### **РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ СКРЫТЫХ СЛОЁВ НА C++**

А.А. Тихонов

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

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

В настоящее время активно развивается тема нейронных сетей (НС), имея огромный спрос в крупных компаниях и в частном использовании. Они (НС) служат цели распознавания объектов / субъектов на изображениях, обработке данных, имеющих одинаковую логику преобразования, правке текста, нахождения закономерностей в массивах значений и так далее.

Рассматриваемый метод реализации нейронной сети использует подход к пониманию НС, как к трёхмерной матрице, где измерение «высота» отвечает за порядковый номер нейрона в слое, «ширина» - за хранимый тип данных (значение сигнала, полученного нейроном; значение активационной функции от пришедшего сигнала; ошибка нейрона), «глубина» - за содержимое слоя с тем же порядковым номером, а также ещё одной трёхмерной матрице хранящей в себе веса между нейронами.

При подобном подходе к хранению информации важно обратить внимание на неоптимальное использование памяти, при инициализации матрица нейронов и весов стандартным, «кубическим» методом, беря за основу наибольшее значение каждого измерения, как ребро условного куба. Здесь отлично подходит объектно-ориентированная парадигма языка C++ и производных от него фреймворков. Так, например, можно инициализировать каждый слой контейнером размера, подходящим по вместительности к полученному требованию, получая в итоге не трёхмерную матрицу кубического типа, имеющую множество неиспользуемых никогда, но занятых программой ячеек данных, отнимающих драгоценную память, а экономичную структуру, всё также ориентирующуюся по трём индексам без

дополнительных расчётов, совершая «лишние» действия лишь на этапе создания объекта нейронной сети.

Кроме того, для улучшения обучаемости нейросети к ней можно добавить нейроны смещения, как один из вариантов, представляющие собой дополнительный нейрон в каждом скрытом слое, что немного повысит качество её обучения, а в последствии - работы.

Таким образом, возможно описать такой класс нейронной сети в C++, что он будет как занимать меньше количество памяти, чем более линейные и простые реализации, так и не тратить лишнее время на дополнительные расчёты во время индексации по своим элементам, которые активно вызываются как при обучении НС разными функциями, так и при её использовании.

Помимо реализации самой нейросети, содержащей (в перспективе) разные функции обучения, например, желательно дополнить библиотеку НС каким-нибудь пространством имён, содержащим вещи, относящиеся к ней опосредованно, будь то разные функции активации, производные к ним, нормирующие функции и прочее математическое или чисто программное сопровождение, которое может потребоваться для её работы.

#### *Библиографический список*

1. Изобретаем велосипед или пишем перцептрон на C++. Часть 1 и 2 [Электронный ресурс]. <https://habr.com/ru/articles/514372/>

2. Нейронные сети для начинающих. Часть 2 [Электронный ресурс]. <https://habr.com/ru/articles/313216/?ysclid=mf71g6i3a338499383>

## **ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АЛГОРИТМОВ РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

А.И. Толоконников

Научный руководитель – Белов В.В., д.т.н, профессор

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

В условиях переполненного информационного пространства электронной коммерции эффективные системы рекомендаций стали критически важным инструментом. Они решают ключевые бизнес-задачи: повышение конверсии, увеличение среднего чека и усиление лояльности пользователей за счет персонализации. Эволюция методов машинного обучения открывает новые возможности для повышения точности и релевантности рекомендаций.

Целью данного исследования является проведение сравнительного анализа и обзора современных алгоритмических решений в области рекомендательных систем для электронной коммерции, чтобы выявить их сильные и слабые стороны. В центре внимания доклада находится классификация и обзор существующих подходов к построению таких систем.

Рассматриваются классические методы коллаборативной фильтрации, включая как модели, основанные на соседствах, такие как User-Based и Item-Based KNN, так и латентно-факторные модели, например, SVD и SVD++. Особое внимание уделяется проблемам разреженности данных и "холодного старта" для новых пользователей и товаров, которые характерны для этих подходов.

Далее анализ переходит к контентным и гибридным методам. Эти подходы используют атрибутивную информацию о товарах, такую как категория, бренд или описание, для компенсации ограничений коллаборативной фильтрации. Рассматриваются архитектуры гибридных систем, которые комбинируют несколько методов для повышения общей устойчивости и точности рекомендаций.

Наконец, рассматриваются наиболее перспективные современные тенденции на основе глубокого обучения. Среди них — использование нейронных сетей для нелинейного моделирования сложных взаимодействий "пользователь-товар". Также рассматриваются алгоритмы, основанные на графовых нейронных сетях (GNN), для работы с графами покупок и взаимодействий, и применение архитектур Transformer для анализа последовательностей действий пользователей, что позволяет прогнозировать следующий вероятный товар для просмотра или покупки.

На основе проведенного обзора будут систематизированы области применения различных классов алгоритмов, сформулированы их преимущества и ограничения в контексте задач электронной коммерции. Этот анализ послужит теоретическим фундаментом для последующей разработки и оптимизации гибридной модели, сочетающей интерпретируемость классических методов и высокую прогнозную силу моделей глубокого обучения.

## **АНАЛИЗ ПОДХОДОВ ПОИСКА И ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕЛЕВАНТНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТВЕТОВ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ЯЗЫКОВОЙ МОДЕЛИ ЧАТ-БОТА**

Е.М. Федотов

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д.т.н., профессор

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

Модель, способная ответить на любой вопрос, основанный на фактических знаниях, может найти множество полезных и практических применений, в том числе и в чат-боте [1]. Однако, если у языковой модели нет контекста или она недостаточно велика, чтобы запомнить контекст, существующий в обучающем наборе данных, то она с трудом может дать правильный ответ на вопрос, основанный на фактах. Данную проблему способна решить система ответов на вопрос из открытой области (Open-domain Question Answering, ODQA), которая может быть объединена с обширной базой знаний для поиска соответствующих документов в качестве подтверждения ответов.

Ответ на вопрос из открытой области (Open-domain Question Answering, ODQA) — это тип языковых задач, в которых модель должна давать ответы на фактические вопросы на естественном языке, где правильный ответ является объективным [2].

Выделяют три основных подхода к разработке подобного рода систем:

- основанный на поисковике-считывателе;
- основанный на поисковике-генераторе;
- основанный только на генераторе [2].

Процесс поиска ответов на заданные вопросы состоит из двух этапов.

1. Находится соответствующий контекст во внешнем хранилище знаний.
2. Производится обработка полученного контекста для получения ответа.

Поисковик, в описанных подходах к разработке систем ODQA, может быть реализован на основе двух концепций:

- 1) использование системы информационного поиска, которая зависит от классических функций;
- 2) применение плотных векторных представлений текста, созданных с помощью нейронных сетей [2].

В подходе, основанном на поисковике-считывателе, модель считывателя решает задачу по извлечению ответа на заданный вопрос из наиболее релевантных контекстных документов, полученных поисковиком из общего хранилища знаний [2].

Процесс поиска ответов при подходе, основой которого является поисковик-генератор, также состоит из двух этапов. Однако, в отличие от предыдущего подхода, на втором этапе генерируется свободный текст, который непосредственно отвечает на вопрос, а не производится извлечение ответа из найденного контекста.

При подходе, основанном только на генераторе, применяются большие языковые модели, предварительно обученные на огромном массиве текстов. При наличии достаточного количества параметров такие модели могут запоминать некоторые фактические данные в виде весовых коэффициентов. Таким образом, подобные модели используются для ответов на вопросы без явного контекста предметной области. Предварительно обученные языковые модели генерируют свободный текст в ответ на вопрос без чёткого понимания прочитанного [2].

Предварительно обученная генеративная языковая модель обладает способностью запоминать знания в своих параметрах. Однако, она не может легко модифицировать или расширить свою память, не может напрямую предоставить информацию о своих прогнозах [2] и может создавать несуществующие иллюзии [3].

Повысить качество получаемых ответов от генеративной языковой модели можно с помощью добавления к вопросу релевантного контекста, что реализуется в подходе поисковик-генератор [2]. Однако, такая концепция не избавляет до конца от проблемы создания моделью несуществующих иллюзий [3].

Решить данную проблему позволяет подход, основывающийся на поисковике-считывателе. Поскольку он только извлекает наиболее подходящий ответ на вопрос из предоставленных поисковиком релевантных контекстных документов и не может генерировать свободный текст. Это, в свою очередь, повышает качество и достоверность ответов, особенно с применением в считывателе нейросетевой языковой модели семейства BERT [2] (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) [4].

На основе проведённого анализа в качестве подхода по поиску и извлечению релевантных данных для формирования ответа выбран подход на основе поисковика-считывателя с языковой моделью DistilBERT [5]. Поскольку такая реализация системы ODQA обеспечивает лучшее качество получаемых ответов [2], и её реализация требует меньше аппаратных затрат, чем подходы с применением генератора [5].

#### *Библиографический список*

1. Использование чат-ботов в образовательном процессе [Электронный ресурс] / Ю.А.Токарева, А.С.Аристова, Ю.С.Безносюк [и др.] — Режим доступа: [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/82473/1/978-80-88327-04-2\\_017.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/82473/1/978-80-88327-04-2_017.pdf), свободный (дата обращения 20.10.2025).
2. How to Build an Open-Domain Question Answering System? [Электронный ресурс] / официальный сайт. — Режим доступа: <https://lilianweng.github.io/posts/2020-10-29-odqa/>, свободный (дата обращения 20.10.2025). — Загл. с экрана.



3. Why Language Models Hallucinate [Электронный ресурс] / A.Tauman, O. Nachum, E. Zhang [и др.]. — Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2509.04664v1>, свободный (дата обращения 21.10.2025).

4. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding / J, Devlin, M. Chang, K. Lee, K. Toutanova, 2019.

5. DistilBERT, a distilled version of BERT: smaller, faster, cheaper and lighter / V. Sanh, L. Debut, J. Chaumond, T. Wolf, 2020.

## **ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

А.В. Фетисов

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

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный**

**радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Рост актуальности разработки и внедрения цифровых двойников промышленных изделий связан с переходом от отдельных автоматизированных систем к комплексной цифровизации, охватывающей весь жизненный цикл продукции в рамках концепции Индустрии 4.0. В условиях глобальной конкуренции и усложнения изделий традиционные методы проектирования, производства и обслуживания демонстрируют снижение эффективности. Цифровые двойники создают синхронизированные с физическими объектами виртуальные модели, обеспечивая принципиально новый уровень контроля и оптимизации.

В рамках исследования проводится анализ методологий создания и практического внедрения цифровых двойников как ключевого элемента цифровой трансформации промышленных предприятий. Для достижения цели последовательно решаются задачи: систематизация архитектурных решений и уровней зрелости цифровых двойников; анализ технологий сбора данных через промышленный интернет вещей (IIoT); исследование методов машинного обучения для прогнозирования поведения двойников; оценка экономического эффекта на различных этапах жизненного цикла.

Ключевые положения показывают, что современный цифровой двойник представляет собой динамическую виртуальную копию, постоянно обновляемую данными с датчиков через IIoT-платформы. На этапе проектирования двойники позволяют проводить многовариантное моделирование, сокращая время выхода на рынок на 30-50%. В производстве они обеспечивают виртуальную наладку, минимизируя брак и переналадки. В эксплуатации двойники реализуют прогнозную аналитику: анализируют телеметрию, предсказывают остаточный ресурс и оптимизируют режимы работы, снижая эксплуатационные расходы на 15-25%. Наибольший эффект достигается при создании сквозных цифровых нитей (digital thread), объединяющих двойники компонентов и систем в единое информационное пространство.

Практическая реализация требует решения комплексных задач: обеспечения семантической совместимости данных, создания масштабируемой IT-архитектуры и разработки специализированных алгоритмов. Перспективы развития связаны с интеграцией генеративного ИИ и созданием киберфизических систем, где цифровые двойники становятся активными участниками управления в реальном времени.

Таким образом, внедрение цифровых двойников формирует новую парадигму управления жизненным циклом продукции, обеспечивая операционную



эффективность и стратегические конкурентные преимущества через переход к наукоемкому, data-driven производству. Дальнейшее развитие направлено на создание когнитивных двойников, способных к автономному принятию решений в изменяющихся производственных условиях.

*Библиографический список*

1. Башлыков, А. А. Цифровые двойники в промышленности: от теории к практике / А. А. Башлыков, В. В. Иванов. – Москва: Техносфера, 2021. – 256 с.
2. Зайцев, А. А. Виброакустическая диагностика и мониторинг технического состояния машин и оборудования: учеб. пособие / А. А. Зайцев, С. Ю. Кондратьев. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 188 с.
3. Острейковский, В. А. Информационные технологии прогнозирования остаточного ресурса технических систем / В. А. Острейковский, Д. А. Силаев. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 320 с.
4. ГОСТ Р 56542-2015. Мониторинг и диагностика машин и механизмов. Общие требования. – Введ. 2016–07–01. – Москва: Стандартинформ, 2015. – IV, 21 с.

**АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ФОТОСЪЁМКИ МОНУМЕНТАЛЬНОЙ ЖИВОПИСИ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ КАМЕРЫ НА ПОДВИЖНОЙ ПЛАТФОРМЕ**

Г.А. Хришкевич

Научный руководитель – Мотайленко Л.В., к.т.н., доцент

**Псковский государственный университет**

В работе рассматривается алгоритм автоматического получения изображений фрагментов монументальной живописи с применением камеры, установленной на подвижной каретке, перемещающейся по двум координатным осям  $X$  и  $Y$  над поверхностью рабочего стола [1]. Такой подход позволяет оцифровывать разрозненные элементы фресок, размещённые на столе, с высокой точностью позиционирования и едиными параметрами съёмки.

Механизм перемещения реализуется шаговыми двигателями с числом шагов  $N_x$  и  $N_y$ , обеспечивающими равномерное дискретное сканирование всей площади размером  $L_x * L_y$ . Шаг смещения между позициями задаётся параметрами  $\Delta x$  и  $\Delta y$ , в результате чего формируется сетка съёмки, охватывающая всю область изображения. Траектория движения камеры формируется по типу «змейка», что снижает количество холостых перемещений и оптимизирует время сканирования.

В каждой позиции камера делает снимок сектора с небольшим перекрытием соседних кадров (~10% площади), что необходимо для последующего совмещения изображений. После съёмки выполняется автоматическая предобработка кадров: нормализация освещённости, коррекция оптических искажений и выравнивание цветового баланса.

Далее изображения передаются в вычислительный модуль, где с помощью нейронной сети производится анализ фрагментов, выделение текстурных признаков и контуров, а также устранение частичных перекрытий. Нейросеть выполняет также первичную сегментацию фона и границ живописных элементов, что повышает точность совмещения кадров.

На следующем этапе реализуется процесс сборки мозаичного изображения. Программный модуль сопоставляет перекрывающиеся области, вычисляет относительные смещения и корректирует перспективу каждого кадра. После совмещения выполняется цветовая коррекция и плавное сглаживание переходов между фрагментами, благодаря чему формируется непрерывное цифровое изображение всей композиции.

Финальный этап включает применение модуля, основанного на генеративной нейронной сети, предназначенного для восстановления утраченных участков живописи и повышения резкости [2]. В результате формируется высококачественное изображение, пригодное для анализа, реставрационных работ и архивного хранения.

Предложенный алгоритм сочетает мехатронную точность позиционирования камеры с интеллектуальной обработкой изображений и оптимизацией процесса сборки. Комплекс обеспечивает автономную работу, минимизирует участие оператора и гарантирует воспроизводимое качество цифровых копий.

#### *Библиографический список*

1. Методика автоматизированного восстановления изображений с использованием свёрточных нейронных сетей / Г. А. Хришкевич, Д. А. Андреев, Л. В. Мотайленко [и др.] // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2024. – № 6(242). – С. 65-76. – DOI 10.18522/2311-3103-2024-6-65-76. – EDN HEKQGG.

2. Хришкевич, Г. А. Применение нейронных сетей в процессе реставрации монументальной живописи / Г. А. Хришкевич, Л. В. Мотайленко // ИТ. Наука. Креатив: Материалы I Международного форума: в 5-ти томах, Омск, 14–16 мая 2024 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-ниготорговый центр "Колос-с", 2024. – С. 368-375. – EDN NJKAKA.

### **ИИ-АГЕНТЫ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В СФЕРЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ, ОСОБЕННОСТИ, ПРЕИМУЩЕСТВА, ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ**

Д.В. Ципинь

Научный руководитель – Цуканова Н.И., к.т.н., доцент

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

ИИ-агенты представляют собой автономные системы, способные самостоятельно планировать действия, анализировать контекст и достигать целей; их создание включает интеграцию моделей ИИ с инструментами, памятью и циклами рассуждений, часто с использованием фреймворков вроде LangChain или AutoGen.

В отличие от простых моделей ИИ, фокусирующихся на "запрос-ответ", агенты обладают автономией, памятью и способностью к действиям; это делает их более адаптивными, хотя и сложными в управлении.

Агенты предлагают масштабируемость и адаптивность, снижая рутинную нагрузку на людей; однако их эффективность варьируется, и эксперты подчеркивают необходимость человеческого контроля для избежания ошибок.

Существует некоторые готовые программные решения, предоставляющие возможности для создания и гибкой настройки ИИ-агентов: LangChain, CrewAI,

AutoGen и LangGraph упрощают разработку. Выбор зависит от уровня сложности и нужд проекта, с учетом баланса между простотой и гибкостью.

### **Что такое ИИ-агенты и как их создавать**

ИИ-агенты — это интеллектуальные системы, которые не просто отвечают на запросы, а самостоятельно ставят цели, планируют шаги и адаптируются к изменениям. Для создания агента требуется интеграция базовой модели ИИ (например, LLM) с компонентами вроде памяти, инструментов (API, базы данных) и цикла "чувствовать — думать — действовать". Процесс начинается с четкой цели, разбивки на этапы и выбора технологий.

### **Для чего используются ИИ-агенты**

Агенты решают задачи в продажах, маркетинге, HR и IT. Они работают 24/7, интегрируясь с сервисами, и подходят для сценариев с большим объемом данных, таких как мониторинг или оптимизация логистики. Примеры: в банках для антифрода, в медицине для диагностики заболеваний.

### **Основные отличия от других ИИ-технологий**

Агенты отличаются от ассистентов или чат-ботов автономией: они сохраняют контекст, корректируют стратегии и взаимодействуют с внешними системами, в то время как другие ИИ ограничены реактивным поведением. Это делает их ближе к "виртуальным сотрудникам", но требует большего контроля.

### **Преимущества ИИ-агентов**

Исследования показывают, что агенты повышают эффективность, адаптируясь к изменениям и работая в командах; они экономят время, снижают ошибки и масштабируются. Однако преимущества проявляются при правильной настройке, с учетом рисков вроде зависимости от данных.

### **Решение для создания ИИ-агентов от Сбер: langchain-gigachat**

Langchain-gigachat – это инструмент, разработанный Сбер для интеграции с LLM GigaChat с популярным фреймворком LangChain. Он позволяет строить AI-агенты, которые могут обрабатывать запросы, использовать инструменты (tools) и память, а также генерировать эмбединги для семантического поиска. Подходит для задач вроде чат-ботов, автоматизации и анализа данных. Технология является открытой Python-библиотекой, упрощает разработку агентов, способных решать сложные задачи, включая генерацию текста, эмбединги и цепочки рассуждений, с полной совместимостью с экосистемой LangChain.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУР ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ (GPU) ДЛЯ ЗАДАЧ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СФЕРЕ МЕДИЦИНЫ**

Д.С. Шакрыл

Научный руководитель – Мусихин А.Г., доцент, к.т.н., доцент

**МИРЭА - Российский технологический университет**

Обработка медицинских изображений и результатов, геномный анализ и разработка препаратов требуют обработки исключительно больших и сложных данных. Машинное обучение, в частности глубокое обучение, революционизирует эти области, но предъявляет экстремальные требования к вычислительным ресурсам. Графические процессоры (GPU) являются ключевым инструментом для этих задач. Однако в медицине критически важны не только производительность, но и точность,

воспроизводимость результатов и скорость вычислений для принятия клинических решений.

В мире уже существуют технические решения для задач машинного обучения, направленные на помощь медицинским учреждениям. Одна из них NVIDIA Clara Discovery / NVIDIA BioNeMo, это не просто железо, а комплексная платформа для фармацевтических исследований и разработки лекарств. Она включает в себя предобученные модели для генерации молекул, предсказания их свойств и взаимодействий. Ещё можно вспомнить о NVIDIA Clara Imaging / MONAI, платформа для разработки, развертывания и управления приложениями медицинской визуализации на основе ИИ. Ее открытое ядро — фреймворк MONAI (Medical Open Network for AI). Оба вышеупомянутых комплекса, как и многие другие базируются графических ускорителях NVIDIA или AMD. Но даже так, они обладают некоторыми недостатками и существенными плюсами [• 1].

Для проведения исследования была разработана несколько этапов работы:

1. Теоретический анализ: изучение архитектур NVIDIA и AMD с акцентом на особенности, важные для медицинских задач: работа с большим объемом данных, поддержка высокой точности (FP64, FP32) для научных расчетов и смешанной точности (FP16, BF16) для ускоренного обучения моделей;

2. Анализ программных экосистем: сравнение стеков NVIDIA (CUDA, cuDNN, Clara Framework) и AMD (ROCm, HIP) на предмет наличия предварительно обученных моделей, инструментов для разметки данных и удобства развертывания в защищенной среде медицинских учреждений;

3. Практический анализ тестирования на репрезентативных медицинских задачах: анализ уже существующих моделей, применяемых в медицинских целях. Изучение параметров: точность моделей, время обучения, скорость вычислений для одного исследования, потребляемая мощность. Анализ более узких задач, например: Сегментация опухолей головного мозга на 3D-данных МРТ; классификация патологий на рентгенограммах грудной клетки.

Анализ литературы [• 2-3] и специализированных статей по медицинской информатике позволяет выделить ключевые требования:

- Обработка 3D-данных: медицинские изображения часто представляют собой объемные данные. Эффективность здесь определяет объем памяти GPU (VRAM) и пропускная способность памяти. Архитектуры с HBM (High Bandwidth Memory), такие как AMD CDNA и NVIDIA высокого класса, имеют преимущество для загрузки целых 3D-томограмм;

- Точность вычислений: в отличие от некоторых коммерческих задач, в медицине часто необходима высокая точность для обеспечения диагностической достоверности. Однако Tensor Cores (NVIDIA) и Matrix Cores (AMD), оптимизированные под FP16/BF16, позволяют ускорить обучение без значительной потери точности при использовании методик смешанной точности;

- Скорость вычислений: для интеграции в клинический рабочий процесс критически важна низкая задержка при выполнении вычислений. Здесь ключевую роль играют не только чистая вычислительная мощность, но и программные оптимизации, такие как NVIDIA TensorRT и аналогичные технологии от AMD.

В докладе будут представлены итоги исследования, которые отражают все необходимые особенности вычислительной аппаратуры для разных задач машинного обучения, будь то обработка сложных 3D-задач (сегментация опухолей) или классификации 2D-изображений (рентген, гистология). На основе полученных

результатов, можно выдвинуть предложения по улучшению уже существующих решений или представить новое решение, соблюдающие все необходимые параметры.

Проводимое исследование позволит дать предметные рекомендации по выбору вычислительной платформы для внедрения машинного обучения в медицине. Результаты будут полезны биоинформатикам, разработчикам медицинского ПО и руководителям ИТ-департаментов медицинских учреждений для построения эффективной и экономически обоснованной инфраструктуры, направленной на улучшение качества диагностики и персонализированного подхода к лечению.

*Библиографический список*

1. Lia Morra, [Silvia Delsanto](#), "Artificial Intelligence in Medical Imaging: From Theory to Clinical Practice", 2019. – 58с.;
2. J.D. Owens et al., "GPU Computing", 2008. – 22с.;
3. Д. Кирк, "Программирование массово-параллельных процессоров", 2010. – 720с.

**ОБЗОР МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ БАССЕЙНА С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Н.В. Шапов

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

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

В условиях роста требований к эффективности эксплуатации плавательных бассейнов и повышения качества обслуживания посетителей актуальной задачей становится внедрение интеллектуальных систем управления. Использование искусственного интеллекта (ИИ) позволяет перейти от эмпирических методов планирования к предиктивным и адаптивным моделям управления, основанным на анализе данных.

Традиционные подходы к организации работы бассейна часто не позволяют учесть динамику посещаемости и оптимизировать использование ресурсов. Технологии ИИ предоставляют инструментарий для анализа больших объёмов операционных данных, прогнозирования нагрузки и автоматизации управления.

**Основы управления ресурсами бассейна с применением ИИ.** Ключевыми аспектами являются сбор и обработка данных о посещаемости, внешних факторах (время суток, день недели, погодные условия) и работе систем бассейна. Применение методов машинного обучения, таких как регрессионный анализ и алгоритмы классификации, позволяет строить точные прогнозные модели.

Наиболее эффективным представляется комбинирование методов прогнозирования посещаемости и оптимизационных алгоритмов для распределения ресурсов (персонал, энергопотребление, водоподготовка) в соответствии с ожидаемой нагрузкой.

**Разработка и оптимизация интеллектуальных систем управления.** Важным направлением является адаптация моделей машинного обучения для решения прикладных задач: прогнозирование посещаемости, оптимизация режимов работы систем фильтрации и подогрева воды, формирование

расписания занятий и обслуживания. Оптимизация параметров моделей позволяет повысить точность прогнозов и эффективность использования ресурсов.

**Применение в реальных условиях.** Интеллектуальные системы на основе ИИ могут быть внедрены для автоматического мониторинга загрузки бассейна, планирования персонала, управления энергозатратами и анализа потребительского поведения. Учёт специфики объекта и требований эксплуатации позволяет создавать практико-ориентированные решения.

Управление ресурсами плавательного бассейна с использованием искусственного интеллекта является перспективным направлением повышения операционной эффективности. Применение методов ИИ обеспечивает оптимизацию затрат, повышение надёжности работы систем и качества обслуживания посетителей.

#### *Библиографический список*

1. Смирнов, П. А. Автоматизация эксплуатации спортивных сооружений / П. А. Смирнов, К. Л. Алексеева, М. В. Фёдоров. — Екатеринбург: УГУФК, 2019. — 168 с.
2. Петров, В. К. Машинное обучение и анализ данных: учебное пособие / В. К. Петров, С. И. Сидоров. — М.: Юрайт, 2020. — 315 с.
3. Козлов, Д. А. Прогнозирование посещаемости плавательных бассейнов с использованием регрессионного анализа / Д. А. Козлов // Автоматизация в промышленности. — 2021. — № 5. — С. 45–49.
4. Иванов, А. С. Интеллектуальные системы управления предприятиями сферы услуг: монография / А. С. Иванов. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. — 200 с.

## **НЕЙРОИНФОРМАТИКА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ. НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ**

С.В. Шошников

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

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

В 2025 году нейроинформатика и искусственный интеллект (ИИ) выступают драйверами технологической революции, трансформируя медицину, образование и промышленность. Нейроинформатика интегрирует нейробиологию, информатику и математику для моделирования мозга с помощью ЭЭГ, МЭГ, фМРТ и искусственных нейронных сетей (ИНС). ИИ реализует машинное обучение, глубокие сети и трансформеры, решая задачи на уровне человека. Синергия технологий обеспечивает прорывы: от интерфейсов мозг-компьютер (Neuralink N1) до диагностических моделей с точностью 90 % (GPT-4, Gemini). Однако развитие сопровождается рисками — утечками нейроданных, предвзятостью алгоритмов и автоматизацией труда. Цель работы — анализ достижений, приложений, вызовов и перспектив для понимания траектории будущего.

Нейроинформатика возникла в 1990-х с ростом нейроданных; в 2005 году создана INCF для стандартизации. ИИ стартовал с теста Тьюринга (1950), прошёл вехи ELIZA (1966), Deep Blue (1997), GPT-3 (2020) и Grok 3 (2024). Сегодня нейровизуализация достигла субмиллиметрового разрешения (Human Connectome Project), BCI позволяют восстанавливать моторику на 40 %, а коннектомика строит цифровые двойники мозга. В ИИ доминируют LLM с мультимодальностью, CNN для зрения и

SNN, вдохновлённые биологией. Синергия усиливает диагностику (80–90 % точность при анализе ЭЭГ) и ускоряет обучение моделей.

В медицине ИИ выявляет рак на МРТ с 90 % чувствительностью, ВСИ реабилитируют пациентов, робот da Vinci повышает точность операций. В образовании адаптивные платформы (Duolingo, Coursera) ускоряют усвоение на 30–50 %, ВСИ (Emotiv) отслеживают концентрацию. В промышленности предиктивное обслуживание (GE Predix) снижает простои на 5 %, автономные роботы (Boston Dynamics) и системы мониторинга водителей (Seeing Machines) уменьшают аварии на 90 %.

Технические барьеры включают энергозатраты (GPT-4 эквивалентен 125 авиоперелётам), низкую интерпретируемость (решаемую LIME/SHAP) и уязвимость к атакам. Этические риски — раскрытие личности по нейроданным (95 %), предвзятость (EU AI Act) и утрата контроля над автономными системами.

Перспективы: квантовые нейросети (Google Quantum AI), нейроморфные чипы (Intel Loihi — 1000× энергоэффективность), минимально инвазивные ВСИ (Synchron) и оптогенетика. AGI ожидается с вероятностью 50 % к 2040 году при условии решения проблемы AI alignment. Рост инвестиций в ВСИ (Китай — лидер с 2019) и стандартизация нейроданных ускоряют прогресс. Нейроинформатика и ИИ формируют будущее, требуя баланса инноваций и этики.

#### *Библиографический список*

1. Международная организация по нейроинформатике (INCF) [Электронный ресурс]. <https://www.incf.org> (дата обращения: 17.09.2025).
2. Искусственный интеллект: от теории к практике [Электронный ресурс]. <https://ai.google/research/> (дата обращения: 17.09.2025).

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ МУЗЫКАЛЬНОЙ ТРАНСКРИПЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ**

О.И. Щевьев

Научный руководитель – Хрюкин В.И., к.т.н., доцент

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

**Аннотация.** Автоматическая музыкальная транскрипция (АМТ) - преобразование аудиозаписи в символическое представление (MIDI/ноты). Направление востребовано в MIR-задачах: слежение за партитурой, выравнивание аудио-нот, образовательные приложения и автоматическое получение MIDI-дорожек. Наиболее сложной считается транскрипция фортепиано из-за высокой полифонии и педализации. Появление крупных размеченных датасетов и прогресс глубинного обучения резко повысили качество решений.

**Связанные работы и подход.** Классическая линия развития включает модели, совместно предсказывающие события атаки (onset), активность по кадрам и динамику нажатия (velocity), что даёт заметный прирост точности для фортепиано [1]. Параллельно развивается универсальная парадигма последовательностной генерации: из спектрограмм формируется последовательность нотных событий, а архитектуры на основе self-attention моделируют долгие зависимости и музыкальную структуру [3, 4]. Такой «seq2seq»-подход снимает необходимость отдельных модулей

постобработки и легче переносится между инструментами. Универсальность усиливается токенизацией: добавление меток инструмента в словарь выходных событий позволяет обучать единую модель на смешанных корпусах без специального «тюнинга» под фортепиано [4]. Среди современных специализированных решений выделяется иерархическая архитектура Frequency-Time Transformer, последовательно агрегирующая признаки по частотным полосам и затем во времени; она демонстрирует state-of-the-art на ряде бенчмарков для фортепиано [5]. В прикладных системах сохраняется и линия детализированных фортепианных моделей, учитывающих педали и уточнённые метки onset/offset [1, 2].

**Практические приёмы.** Для длинных записей используют скользящее окно (около 4 с) с перекрытием и последующей стыковкой предсказаний; события удобнее кодировать в абсолютном времени, чтобы снижать накопление ошибок при генерации длинной последовательности. Универсальные модели расширяются через словарь токенов (инструменты, типы событий), при этом архитектура и обучение остаются неизменными [4]. Такой дизайн обеспечивает переносимость между тембрами и задачами с минимальными изменениями пайплайна.

**План и ожидаемые результаты.** В работе будет разработана система АМТ с упором на высокоточную транскрипцию фортепианной музыки. В качестве базовой архитектуры используется Transformer с последовательной декодирующей головой для полного распознавания атрибутов ноты (высота, время начала/окончания, velocity). Ожидается, что self-attention повысит точность по сравнению с традиционными фреймовыми/гибридными схемами и упростит перенос модели на другие инструменты за счёт расширения словаря событий без изменения архитектуры. Система ориентирована на практические применения: автоматическое получение нотных транскрипций, облегчение разбора произведений и интеграция в образовательные и исследовательские инструменты MIR.

#### *Библиографический список*

1. Hawthorne C., Simon I., Swavely R., Manilow E., Engel J. Sequence-to-sequence Piano Transcription with Transformers // Proceedings of the 22nd International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR 2021). - 2021. - С. 246–253.
2. Kong Q., Li B., Song X., Wan Y., Wang Y. High-resolution piano transcription with pedals by regressing onset and offset times // IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing. - 2021. - Vol. 29. - С. 3707–3717.
3. Huang C.-Z. A., Vaswani A., Uszkoreit J. и др. Music Transformer: Generating Music with Long-Term Structure // Proceedings of the 2018 Neural Information Processing Systems Workshop on Interpretability and Robustness in Audio, Speech, and Language. - 2018. - 8 с.
4. Gardner J., Manilow E., Simon I. и др. Music Transcription with Transformers [Электронный ресурс] // Magenta Blog (Google). - 09.11.2021. - Режим доступа: <https://magenta.withgoogle.com/transcription-with-transformers> - Дата обращения: 31.10.2025.
5. Toyama K., Akama T., Ikemiya Y. и др. Automatic Piano Transcription with Hierarchical Frequency-Time Transformer // Proceedings of the 24th International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR 2023). - 2023. - С. 215–222.



## **ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ: НЕЙРОСЕТЕВОЙ ДЕКОДЕР ДЛЯ КЛАССИЧЕСКИХ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ КОДЕРОВ**

И.А. Ямашкин

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., д.т.н., доцент

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

В работе исследуется архитектура гибридной системы, где кодирование осуществляется традиционными методами (LDPC, сверточные коды), а декодирование выполняется нейросетевой моделью. Классические помехоустойчивые коды, такие как сверточные коды и коды с малой плотностью проверок на четность (LDPC), являются фундаментом современных систем связи. Однако алгоритмы их декодирования (например, Витерби или итеративное декодирование) часто демонстрируют максимальную эффективность в идеализированных условиях, предполагающих наличие аддитивного белого гауссова шума (AWGN). В реальных каналах связь осложняется нестационарными помехами, замираниями сигнала и негауссовскими шумами, что снижает производительность классических декодеров [1...4].

Гибридные системы, использующие нейросетевой декодер, предлагают инновационный подход к решению проблемы. Они позволяют сохранить структурные преимущества известных кодов, одновременно наделяя систему декодирования способностью к адаптации и обучению в сложных условиях.

Архитектура гибридной системы строится на четком разделении функций кодирования и декодирования. На передающей стороне используется стандартный классический кодер, который преобразует поток информационных бит в избыточное кодовое слово по заранее известным правилам. Этот этап остается неизменным, что обеспечивает совместимость с существующими стандартами связи. На приемной стороне классический декодер заменяется глубокой нейронной сетью. Ее задача — восстановить исходные информационные биты из зашумленной принятой последовательности. На этапе обучения такая сеть использует большие наборы данных, сгенерированные путем пропуска известных кодовых слов через модель канала с различными типами помех и отношениями сигнал/шум. Сеть обучается минимизировать разницу между своими предсказаниями и исходными битами, по сути, изучая внутренние закономерности работы кода в условиях помех.

Основное преимущество нейросетевого декодера в отличие от алгоритмов, заточенных под конкретную статистику канала – способность обучаться компенсировать разнородные помехи, включая импульсные шумы и замирания. Это делает гибридную систему особенно эффективной в нестабильных условиях, например, в городской среде или для мобильных устройств.

Кроме того, данный подход должен обладать высокой эффективностью при работе с короткими пакетами данных. Такие пакеты характерны для интернета вещей (IoT) и систем машинной коммуникации (M2M), где классические коды, подобные LDPC, не успевают раскрыть свой потенциал из-за малой длины блока [6].

Главным недостатком данного подхода в реализации декодера является высокая вычислительная сложность вывода на нейронной сети, что может ограничивать ее применение в устройствах с жесткими требованиями к энергопотреблению. Кроме того, производительность системы напрямую зависит от качества и разнообразия данных, на которых она была обучена.

Перспективы развития связаны с созданием специализированных энергоэффективных аппаратных архитектур для нейросетевого декодирования, а также с разработкой методов, позволяющих одной обученной модели адаптироваться к различным параметрам кодов и длинам пакетов.

Гибридные системы, объединяющие классические кодеры с нейросетевыми декодерами, представляют собой мощный инструмент для повышения надежности и эффективности систем связи. Хотя их широкое внедрение требует решения задач оптимизации вычислительной сложности, потенциал таких систем для работы в реальных, неидеальных условиях делает это направление одним из самых перспективных на стыке теории связи и искусственного интеллекта.

#### *Библиографический список*

1. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т., Д.Е. Крысяев, С.С. Попов Исследование качества передаваемой речевой информации при различном сочетании алгоритмов кодирования источника и канала связи в условиях действия помех. Вестник РГРТУ 2008 № 1 (Выпуск 23). С. 53-56.

2. В.Т. Дмитриев, Чучин И.С., Поликанова В.А. Адаптивный алгоритм первичного и помехоустойчивого кодирования, обеспечивающий хорошее качества речи// Акустический журнал. 2024 Т.70 №55 – С. 73.

3. Ромашкин Ю.Н., Кириллов С.Н., Картавенко Я.О., Дмитриев В.Т. Аналитическая оценки качества речи на выходе систем низкоскоростного кодирования при воздействии акустических помех// Речевые технологии 2012 №4. –С. 16-23.

4. Дмитриев В.Т., Смирнов М.С. Исследование помехоустойчивой и защищенной системы передачи речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева//Вестник РГРТУ 2022 №82 – С. 27- 37.

5. Дмитриев В.Т. Адаптация кодеков речевых сигналов на основе теоремы В.А. Котельникова и модификации алгоритма Хургина-Яковлева к шумам в канале связи// Цифровая обработка сигналов №2. 2023 – С. 55 - 60

6. Шамсимухаметов, Д. Исследование методов декодирования на основе глубоких нейронных сетей / Д. Шамсимухаметов, К. Андреев, А. Фролов // ИТиС 2018 : Сборник трудов 42-й междисциплинарной школы-конференции ИППИ РАН "Информационные технологии и системы 2018", Казань, 25–30 сентября 2018 года. – Казань: Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, 2018. – С. 208-218.

## СОДЕРЖАНИЕ

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<b>Викулин С.Д.</b>	3
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ЭВОЛЮЦИИ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ	
<b>Доков Д.С.</b>	7
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ	

## Секция 1

## ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

<b>Андреев Д.А.</b>	14
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ	
<b>Антипатрова Е.Ю., Крошила С.В.</b>	15
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛЕВОЙ АДРЕСАЦИИ ЗАПРОСОВ СПЕЦИАЛИСТАМ	
<b>Бабаян А.П.</b>	17
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СХОЖЕСТИ	
<b>Брыков А.Д., Крошилин А.В.</b>	19
АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ТОВАРОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
<b>Брыков А.Д., Крошила С.В.</b>	20
ПОВЫШЕНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ И УПРАВЛЯЕМОСТИ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА	
<b>Бурлаченко И.В.</b>	21
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИК И АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ РАЗРАБОТЧИКОВ НА ОСНОВЕ GIT-РЕПОЗИТОРИЕВ	
<b>Васильева А.С.</b>	22
АРХИТЕКТУРА МУЛЬТИТЕНАНТНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ОСНОВЕ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ	
<b>Галимова С.Р.</b>	24
ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	
<b>Гамбаров А.А.</b>	26
ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ В КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ	
<b>Григорьев О.А.</b>	28
ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ: ОТ КАЛЕНДАРЕЙ К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ СИСТЕМАМ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ	
<b>Демидова Л.А.</b>	29
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ОБ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНЫХ ФУНКЦИЙ ПОТЕРЬ В УМАР АЛГОРИТМЕ	

<b>Денисова Д.И.</b>	31
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА	
<b>Елисеева А.В.</b>	33
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНА ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ И ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ДАННЫХ	
<b>Журавлев П.В.</b>	34
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА ДЛЯ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ И КЛАССИФИКАЦИИ КОНТЕНТА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ	
<b>Зангин Д.Д., Крошила С.В.</b>	36
ОБЗОР МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ И УКАЗАТЕЛЕЙ	
<b>Исаева И.А.</b>	38
КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ	
<b>Калинкина Т.И., Чернышёв С.В.</b>	40
ИНФОРМАЦИОННАЯ ЗАЩИЩЕННОСТЬ В СТРУКТУРАХ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ	
<b>Кирсанов А.П., Крошили А.В.</b>	43
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДБОРА ОДЕЖДЫ С УЧЕТОМ МЕТЕОПРОГНОЗОВ	
<b>Лыкин С.В., Крошили А.В.</b>	45
СТРУКТУРНАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАЦИЕНТА НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (IDEFO) И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ЕГО ОТДЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ	
<b>Малинин А.Д., Крошили А.В.</b>	47
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ МАРШРУТОВ И ПОДБОРА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
<b>Моисеев А.В., Тишкина В.В.</b>	49
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ СТУДЕНТОВ	
<b>Нестеров В.С.</b>	51
РАЗРАБОТКА ВЕБ-САЙТА НАВИГАЦИИ ПО ТЕРРИТОРИИ РГРТУ	
<b>Овчинникова Ю.А., Тишкина В.В.</b>	53
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ВУЗА	
<b>Петров В.В.</b>	54
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	
<b>Петрова Я.Д.</b>	56
ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИСТОРИИ ИЗМЕНЕНИЯ ДАННЫХ В КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	
<b>Половинкин В.В.</b>	58
ПРИМЕНЕНИЕ ОТКРЫТОЙ БИБЛИОТЕКИ PANDAS ДЛЯ ОЧИСТКИ И НОРМАЛИЗАЦИИ НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАССИВОВ ДАННЫХ	
<b>Потапова К.А.</b>	60
ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ НАУЧНЫХ КОЛЛЕКТИВОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ	

<b>Рыбников А.К.</b> ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭКОСИСТЕМА ДЛЯ АРКТИКИ	61
<b>Рыжков Д.С.</b> ПРОЦЕССНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ В КОНТУР ПРИНЯТИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	63
<b>Рыжов И.Г.</b> АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ	65
<b>Савушкина А.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ КОНТРОЛЯ И РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ РЕЖИМНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	66
<b>Сидоренко А.А.</b> РАЗРАБОТКА ВЕБ-САЙТА БАССЕЙНА «РАДИОВОЛНА» РГРТУ	67
<b>Скоз Е.Ю.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ – КЛЮЧЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ	69
<b>Титова П.Ю., Сурикова Ю.С.</b> РАЗРАБОТКА ПРОГНОСТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ НА ОСНОВЕ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА (CGM)	71
<b>Успенский Д.И.</b> АДАПТИВНОЕ КОДИРОВАНИЕ И ОБЪЕДИНЕНИЕ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ В РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	72
<b>Фандеев И.И.</b> УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ НАУЧНЫХ ДАННЫХ: ОТ СБОРА ДО ПУБЛИКАЦИИ	73
<b>Филиппов А.М., Крошила С.В.</b> ТРАССИРОВКА ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТИ	75
<b>Хрусталева И.Д., Крошила С.В.</b> ПРОЦЕСС ВЫБОРА МОДЕЛИ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ СБОРА И АНАЛИЗА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	76
<b>Щенёв Е.С., Щенёва Ю.Б., Пылькин А.Н.</b> РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	78
<b>Щенёва Ю.Б., Пылькин А.Н.</b> МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	80

## Секция 2

### МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Анастасьев А.А., Проказникова Е.Н.</b> ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА МАЙЕРСА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ИЗМЕНЕИЙ СПИСКОВ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ	82
--	----

<b>Бастрыкин Н.Н.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ТИПА «КРАТЕР» НА ПОВЕРХНОСТИ ТРУБ В УСЛОВИЯХ ЗАШУМЛЕННЫХ ДАННЫХ	84
<b>Васильев К.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМЫТИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЯДРАМИ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ	86
<b>Городничева Е.В.</b> ПРОЦЕДУРА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВА ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ НА ЗНАЧЕНИЯ ФУНКЦИИ ОТКЛИКА	88
<b>Горчаков А.В.</b> СНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ ВЕКТОРНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ПРОГРАММ НА ОСНОВЕ ЦЕПЕЙ МАРКОВА МЕТОДОМ ИСКЛЮЧЕНИЯ ПРИ-ЗНАКОВ С НУЛЕВОЙ ДИСПЕРСИЕЙ	90
<b>Гришечкин Е.Д.</b> СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ	92
<b>Даева С.Г.</b> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИФРАКЦИИ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ, ПРОДУЦИРУЕМОЙ СИСТЕМОЙ ТОЧЕЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ	94
<b>Демидова А.А.</b> ВЛИЯНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕПОДАВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ	95
<b>Денисов А.А.</b> МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ СОПОСТАВЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИИ	96
<b>Клочкова И.Ю.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКОГО ДВИЖЕНИЯ ГРУЗА, СБРОШЕННОГО С БПЛА	98
<b>Куделич К.С.</b> ВАЛИДАЦИЯ И ВЕРИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ	100
<b>Кудряшов А.О., Андрюшин М.А.</b> АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЦИФР НА ОСНОВЕ КРУГОВОГО	102
<b>Кузнецов Д.В.</b> СРАВНЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ И МЕТОДА ИСКЛЮЧЕНИЙ ПРИ АНАЛИЗЕ СУММАРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА РОЖДАЕМОСТИ	103
<b>Кузьмичев И.П., Петров В.А.</b> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ В МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЕ	104
<b>Максимова Л.А.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА В 2022 ГОДУ	106
<b>Масленников В.В.</b> АДАПТАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ КВАНТОВО-ИНСПИРИРОВАННОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ЧИСЛЕННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСТОРИИ УСПЕХА	107

<b>Масленников В.В.</b>	108
МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ САМОНАСТРОЙКА В АЛГОРИТМАХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЧИСЛЕННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ИСТОРИИ УСПЕХА	
<b>Морошкин Н.А.</b>	110
АСПЕКТЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВЕКТОРНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ РЕГУЛЯРНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ АЛГОРИТМАМИ К-СРЕДНИХ И НЕЧЕТКИХ С-СРЕДНИХ	
<b>Овчарова Е.М.</b>	111
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТОКА С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	
<b>Правдивцева А.С.</b>	113
ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБЛИЖЕННЫХ МЕТОДОВ К РЕШЕНИЮ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА	
<b>Русак И.В.</b>	114
ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ НАДЁЖНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ	
<b>Тарасов А.И.</b>	116
МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРОВ	
<b>Шиндина К.П.</b>	117
МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНА	

### Секция 3

#### ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Аронов Л.В.</b>	120
ШИРОКОУГОЛЬНЫЙ ПОДВОДНЫЙ БЕСПРОВОДНОЙ ОПТИЧЕСКИЙ КАНАЛ СВЯЗИ	
<b>Боцман Т.Р.</b>	121
МЕТОДЫ ПРОГРАММНОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОСИГНАЛОВ	
<b>Бузилкин Д.П.</b>	122
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЗАЩИТЫ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ТРАФИКА В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ	
<b>Бунин М.С.</b>	124
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА НА ОСНОВЕ МЕТОДА СПЕКТРАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ	
<b>Ву Хоанг Шон</b>	125
АЛГОРИТМЫ ПОРОГОВОЙ ОБРАБОТКИ В ВЕЙВЛЕТ – РАЗЛОЖЕНИИ ДЛЯ СЖАТИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ	
<b>Вышенков К.И.</b>	127
РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА УМЕНЬШЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ШУМОВ В КАНАЛЕ СВЯЗИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ	
<b>Гришин Л.И.</b>	128
РАЗРАБОТКА НИЗКОСКОРОСТНОГО АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИКАЦИИ MELPЕ	
<b>Донцов Д.В.</b>	130
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕСТИРОВАНИЯ СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
<b>Захряпин А.В.</b>	131
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСЧЁТА АНТЕНН В СРЕДЕ MMANA-GAL С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ GNU OCTAVE	

<b>Зыонг Д.З.</b>	132
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ПРИЗНАКОВ ВЫБОРОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ	
<b>Каменский А.А.</b>	134
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ В АТМОСФЕРНО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ	
<b>Киселёв В.В.</b>	135
АДАПТИВНАЯ МОДЕЛЬ АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ С БПЛА	
<b>Лебедев К.Э.</b>	136
РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО ПЕРВИЧНОГО КОДЕКА ДЛЯ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ	
<b>Меньшиков Д.М.</b>	137
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РЕЧЕВОЙ ПОДПИСИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА СМЕНЫ ПЛОСКОСТЕЙ	
<b>Мещанинов П.С.</b>	138
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА МОДУЛЯЦИИ	
<b>Михайлина Е.О.</b>	140
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТРОПОСФЕРНОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ	
<b>Роженцов В.М.</b>	141
МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ И ВАЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТНОЙ ИМИТАЦИИ СИГНАЛОВ	
<b>Сафарова К.А.</b>	143
РЕАЛИЗАЦИЯ СПУТНИКОВОГО ИНТЕРНЕТА РАЗНЕСЕННЫЙ ПРИЕМ В РРЛ	
<b>Селин Н.О.</b>	144
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ АДАПТИВНОЙ МОДУЛЯЦИИ В OFDM-СИСТЕМЕ	
<b>Сердюков Е.А.</b>	146
МАКЕТ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ	
<b>Титов А.А.</b>	148
ВЛИЯНИЕ КВАНТОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ MISO С УКОРОЧЕННОЙ ПЕРЕДАЮЩЕЙ АНТЕННОЙ	
<b>Фам В.Д.</b>	150
АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТИ ОШИБКИ ПРИЁМА СИГНАЛОВ В MIMO-СИСТЕМЕ АЛАМОУТИ ПРИ НАЛИЧИИ КОРРЕЛИРОВАННЫХ ПОМЕХ	
<b>Черентаев М.А., Черентаева Е.С.</b>	152
ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С БПЛА В ОПТИЧЕСКОМ И ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНАХ: ПОДХОДЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА	
<b>Черентаева Е.С., Черентаев М.А.</b>	154
МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	
<b>Шуршиков А.В., Васильев Е.В.</b>	156
МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ И КОПЛАНАРНОЙ ЛИНИЙ ЗАДЕРЖКИ	
<b>Яворская М.А.</b>	157
ВНЕШНИЕ И ВНУТРЕННИЕ ИСТОЧНИКИ ШУМОВ В РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ БЛИЗНЕГО ДЕЙСТВИЯ	



## Секция 4

## НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

<b>Агаев А.М.</b> ИНЖЕНЕРИЯ НАДЕЖНОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ	159
<b>Агаев А.М.</b> ПРОБЛЕМАТИКА ОТРАВЛЕНИЯ ДАННЫХ В БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЯХ	160
<b>Алдохина Д.В., Полеева Е.И., Кузьмин А.А.</b> ОБНАРУЖЕНИЕ ФИНАНСОВОГО МОШЕННИЧЕСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	162
<b>Анохин В.А.</b> ПОСТРОЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ И АНАЛИЗ ЕЁ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАЧЕСТВА	164
<b>Бавбель Е.И.</b> ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ АППРОКСИМАЦИИ ЗАВИСИМОСТЕЙ CL И CD В ДИАПАЗОНЕ RE=50000	166
<b>Балоян А.А.</b> ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ: ТРЕНДЫ И ТЕХНОЛОГИИ	168
<b>Безрогова К.И., Журавлева А.В.</b> АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ И ОБРАБОТКИ ТЕКСТА НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ-ТРАНСФОРМЕРАМИ	170
<b>Благородный Е.А.</b> МЕТОДЫ ПРОГРАММНОГО АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА	171
<b>Бурцева С.Н.</b> РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕКСТОВОГО ПОТОКА И УПРАВЛЕНИЯ АППАРАТНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	173
<b>Васильева М.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ZERO-SHOT И FEW-SHOT ПОДХОДОВ В СИСТЕМАХ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА	174
<b>Васичкин И.А., Соколов А.С.</b> ВАЙБ-КОДИНГ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	175
<b>Ветринцев И.А.</b> РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ SPEECH-TO-TEXT ТЕХНОЛОГИЙ	177
<b>Вихличева В.В.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАБОТКИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ НЕОДНОЗНАЧНОСТИ В СИСТЕМАХ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА	179
<b>Власова С.И.</b> НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ ПЕРЕВОДА И ПРОБЛЕМА ПЕРЕДАЧИ КУЛЬТУРНО-СПЕЦИФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	181
<b>Волков И.С., Бурмистров И.А.</b> КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ	183
<b>Гармаш М.Е., Скворцов С.В.</b> РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕРВИСОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ	184

<b>Гришкин М.А.</b>	186
ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	
<b>Давыдкин К.В., Олейников А.Д.</b>	187
АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕФАКТОРИНГА LEGACY-КОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ	
<b>Демин Д.Ю.</b>	188
СРАВНЕНИЕ БИБЛИОТЕК PYTORCH, TENSORFLOW И JAX ДЛЯ ЗАДАЧ АППРОКСИМАЦИИ ФУНКЦИЙ	
<b>Дикун В.В.</b>	189
ОБЗОР ПОДХОДОВ К ВЫЯВЛЕНИЮ СПАМА И ДУБЛИКАТОВ В ПОТОКАХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ СООБЩЕНИЙ	
<b>Жалненков Н.В., Яковенко Ю.А.</b>	190
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И КВАНТОВОГО АЛГОРИТМА ГОРНЕРА	
<b>Заборова А.А.</b>	192
РЕГРЕССИОННЫЕ МЕТОДЫ И ИХ ГИБРИДНЫЕ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОННА	
<b>Иванов А.В., Канатов Я.Д.</b>	193
ГЕНЕРАТИВНЫЙ ИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ. АВТОМАТИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ОБЪЕКТОВ	
<b>Индеева В.А.</b>	194
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СОВРЕМЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ СИСТЕМ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА С РУССКОГО НА ЯПОНСКИЙ ЯЗЫК	
<b>Карицкая П.Е.</b>	196
РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРЕДСКАЗАНИЯ СЛОЖНЫХ ХРОМОСОМНЫХ ПЕРЕСТРОЕК В ГЕНОМЕ ЧЕЛОВЕКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	
<b>Каширин И.Ю.</b>	197
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЧАТ-БОТОВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ RAG-СИСТЕМ	
<b>Клюева А.А., Фёдорова М.А.</b>	198
ИИ-РЕПЕТИТОР: КАК АДАПТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ МЕНЯЕТ ОБРАЗОВАНИЕ И ПОМОГАЕТ ПРЕОДОЛЕТЬ ШКОЛЬНУЮ НЕУСПЕВАЕМОСТЬ	
<b>Коробченко Д.А., Кочетков И.М.</b>	200
АНАЛИЗ СИСТЕМНЫХ УГРОЗ, СВЯЗАННЫХ С РАЗРАБОТКОЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО УРОВНЯ И ВЫШЕ	
<b>Коршунова А.В., Горбунов Н.М.</b>	201
МНОГОУРОВНЕВАЯ ВИЗУАЛЬНО-ИНЕРЦИАЛЬНАЯ НАВИГАЦИЯ ДЛЯ БПЛА В УСЛОВИЯХ ОТСУТСТВИЯ GPS	
<b>Кошелева М.С., Орешков В.И.</b>	203
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	
<b>Крыгина М.К., Кошелев А.Д.</b>	206
ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ДАННЫМИ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА	

<b>Кузнецов А.А., Рашев Е.Е.</b> РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ИИ-АССИСТЕНТА ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОЙ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ	208
<b>Кулешов А.В., Сапожников С.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЛЕДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	209
<b>Кутовой Я.А., Хабарова Я.И.</b> РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЧАТ-БОТА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ АБИТУРИЕНТА РГРТУ	210
<b>Лёвушкин И.С., Вязков Д.В.</b> НЕЙРОСЕТИ В ГЕЙМДЕВЕ: ОТ ПРОЦЕДУРНОГО КОНТЕНТА ДО ДИНАМИЧЕСКИХ СЮЖЕТОВ	212
<b>Лыу Т.Д.</b> АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	214
<b>Мариничев Д.Г.</b> КОНЦЕПЦИЯ МОДУЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СМЕСИ МОДЕЛЕЙ АНОМАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА И КЛАССИФИКАЦИИ	215
<b>Мионов Д.Э., Андреев А.А.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИДЕО	216
<b>Мионова К.Ю.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ В ФИНАНСОВО-ТРАНЗАКЦИОННЫХ СЕТЯХ	217
<b>Михайлик П.К., Корных С.В.</b> ПРИМЕНЕНИЕ САПР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ	219
<b>Мухин А.Д.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ КОНТЕНТА ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ	220
<b>Наволокин М.Д., Камзеев М.С.</b> РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДДЕРЖКИ АБИТУРИЕНТА В ПОСТРОЕНИИ ПРОФИОРИЕНТАЦИОННОЙ ТРАЕКТОРИИ	223
<b>Перепелкин Д.А., Анисимов К.В.</b> ОБЗОР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ QOS-МАРШРУТИЗАЦИИ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ	224
<b>Перепелкин Д.А., Виниченко А.В.</b> ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ В МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ	226
<b>Перепелкин Д.А., Виниченко А.В.</b> СОВРЕМЕННЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК	228

<b>Петров В.А., Кузьмичев И.П.</b> АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИНДЕКСИРОВАНИЕ И РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ ДАННЫХ В СУБД С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	230
<b>Пикуль А.С.</b> ПОДХОДЫ 3D-РЕКОНСТРУКЦИИ ЛИЦА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДИПФЕЙКОВ	232
<b>Пименов В.М.</b> О ПРИМЕНЕНИИ ПОЛНОТЕКСТОВОГО ПОИСКА ДЛЯ АНАЛИЗА НОРМАТИВНО- ПРАВОВЫХ АКТОВ	233
<b>Попов А.С., Феоктистов Н.С.</b> МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ КОНТЕКСТНОГО АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ	234
<b>Попов П.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С МЕХАНИЗМОМ ВНИМАНИЯ В РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	236
<b>Портнов А.В., Петров Д.П., Карякин В.В.</b> НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЗИМУТА ОБЪЕКТА В СИСТЕМЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ	237
<b>Прилепский И.А.</b> АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА И ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ГИБРИДНОГО РЕШЕНИЯ НА JAVA-ПЛАТФОРМЕ	239
<b>Прилепский К.А.</b> РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОНЛАЙН-СОБЕСЕДОВАНИЙ С AI-АССИСТЕНТОМ	241
<b>Саморуков С.А.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ AI-СЕРВИСОВ И АЛГОРИТМОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ АУДИОСИГНАЛОВ	242
<b>Сапрыкина А.О.</b> ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ-ПЕРЕВОДА В ПУБЛИЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ	243
<b>Сараев М.Н.</b> АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ СТРЕССА В РЕЧИ МЕТОДОМ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ	245
<b>Седых Я.В.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ОТЗЫВОВ	247
<b>Селин К.Ю., Маркелов И.С.</b> БЕЗОПАСНОСТЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: КЛАССИФИКАЦИЯ УГРОЗ И УЯЗВИМОСТЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	248
<b>Сенякин К.Д.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНЦИДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ZAVVIK И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	251
<b>Тихонов А.А.</b> РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ СКРЫТЫХ СЛОЕВ НА C++	252
<b>Толоконников А.И.</b> ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АЛГОРИТМОВ РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	253

<b>Федотов Е.М.</b>	254
АНАЛИЗ ПОДХОДОВ ПОИСКА И ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕЛЕВАНТНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТВЕТОВ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ЯЗЫКОВОЙ МОДЕЛИ ЧАТ-БОТА	
<b>Фетисов А.В.</b>	256
ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ	
<b>Хришкевич Г.А.</b>	257
АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ФОТОСЪЁМКИ МОНУМЕНТАЛЬНОЙ ЖИВОПИСИ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ КАМЕРЫ НА ПОДВИЖНОЙ ПЛАТФОРМЕ	
<b>Ципиньо Д.В.</b>	258
ИИ-АГЕНТЫ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В СФЕРЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ, ОСОБЕННОСТИ, ПРЕИМУЩЕСТВА, ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ	
<b>Шакрыл Д.С.</b>	259
ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУР ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ (GPU) ДЛЯ ЗАДАЧ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СФЕРЕ МЕДИЦИНЫ	
<b>Шамов Н.В.</b>	261
ОБЗОР МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ БАССЕЙНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	
<b>Шошников С.В.</b>	262
НЕЙРОИНФОРМАТИКА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ. НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ	
<b>Щевьев О.И.</b>	263
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ МУЗЫКАЛЬНОЙ ТРАНСКРИПЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ	
<b>Ямашкин И.А.</b>	265
ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ: НЕЙРОСЕТЕВОЙ ДЕКОДЕР ДЛЯ КЛАССИЧЕСКИХ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ КОДЕРОВ	

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**



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

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

**Материалы конференции**

Том 1

Компьютерная верстка и дизайн:

Бакулев А.В., Бакулева М.А., Кошелева М.С.

Подписано в печать 17.11.25 Формат 60x84/16

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. печ. л. 17,5.

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](mailto:info@bookjet.ru)

Тел.: +7(4912)-466

ISBN 978-5-908007-59-7

