



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ЭНЕРГИЯ-2026

ДВАДЦАТЬ ПЕРВАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ
(ТРИНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ)
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

13-15 мая 2026 г.
г. Иваново

ТОМ 5

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ивановский государственный энергетический
университет имени В.И. Ленина»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

«ЭНЕРГИЯ–2026»

**ДВАДЦАТАЯ ПЕРВАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ
(ТРИНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ)
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ**

г. Иваново, 13–15 мая 2026 года

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ТОМ 5

ИВАНОВО

ИГЭУ

2026

УДК 004.9+519.6

ББК 32.97

М 34

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ // Двадцать первая всероссийская (тринадцатая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия–2026», г. Иваново, 13–15 мая 2026 г.: Материалы конференции. В 6 т. Т.5. – Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», 2026. – 224 с.

ISBN 978-5-00062-728-0

ISBN 978-5-00062-727-3 (Т.5)

Тезисы докладов студентов, аспирантов и молодых ученых, помещенные в сборник материалов конференции, отражают основные направления научной деятельности в области математического моделирования и информационных технологий.

Сборник предназначен для студентов, аспирантов и преподавателей вузов, интересующихся вопросами математического моделирования и информационных технологий.

Тексты докладов представлены авторами в виде файлов, сверстаны и при необходимости сокращены. Авторская редакция сохранена, за исключением наиболее грубых ошибок оформления.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель оргкомитета: Сулыненков И.Н., проректор по научной работе ИГЭУ.

Зам. председателя: Филатова Г.А., начальник управления НИРС и ТМ.

Члены научного комитета: Плетников С.Б. – декан ТЭФ; Кабанов О.А. – декан ИФФ; Мурзин А.Ю. – декан ЭЭФ; Крайнова Л.Н. – декан ЭМФ; Егорычева Е.В. – декан ИВТФ; Тарасова А.С. – декан ФЭУ.

Ответственный секретарь: Сороковнин М.Е.

Координационная группа: Вольман М.А., Мошкарина М.В., Сидоров А.А., Яблоков А.А., Зиновьева Е.В.

СЕКЦИЯ 24
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Председатель –
к.т.н., доцент **Голубев А.В.**

Секретарь –
к.т.н., доцент **Никоноров А.Н.**

*А.А. Андреевков, асп.; рук. А.Н. Лабутин, д.т.н., проф.
(ИГХТУ, г. Иваново)*

КАСКАДНАЯ СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА В ХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ

Химические реакторы представляют собой нелинейные многомерные объекты управления. Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки эффективных алгоритмов управления, обеспечивающих заданное значение концентрации целевого продукта в химическом реакторе.

В работе предложен новый подход к синтезу каскадной системы управления с использованием методов синергетической теории управления. Для синтеза использована математическая модель химической подсистемы в предположении постоянства температуры, модель исполнительного механизма в виде инерционного звена. Канал управления можно представить следующим образом: $u \rightarrow \Delta v_2 \rightarrow x_3$, u – внешнее управление, Δv_2 – внутреннее управление.

Астатический синергетический алгоритм управления имеет вид:

$$k_{ИМ} u = \Delta v_2 - \frac{T_{ИМ}}{T_1} (\Delta v_2 - \Delta \bar{v}_2),$$

$$\Delta \bar{v}_2 = -\frac{1}{d_3(\mathbf{x})} \left[K_{II} (x_3 - \bar{x}_3) + K_{II} \int_0^{\tau} (x_3 - \bar{x}_3) d\tau + f_3(\mathbf{x}) \right].$$

Результаты моделирования показали удовлетворительное качество переходных процессов. Предложенный подход может быть использован для синтеза систем управления сложными объектами.

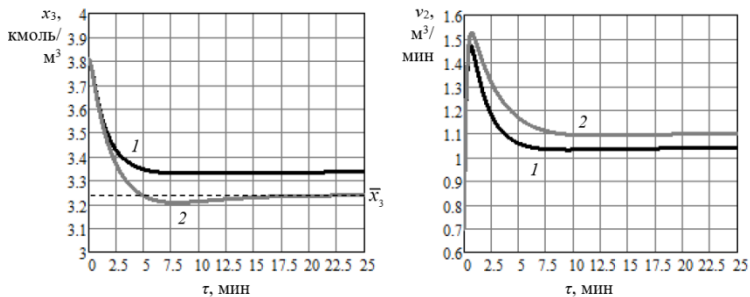


Рисунок 1 – Переходные процессы управления при изменении задания $\Delta \bar{x}_3 = -0.15 \bar{x}_3^0$:
1 – безынерционный алгоритм, 2 – астатический алгоритм

*А.А. Андреевков, асп.; рук. А.Н. Лабутин, д.т.н., проф.
(ИГХТУ, г. Иваново)*

УПРАВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИМ РЕАКТОРОМ ПРИ НЕПОЛНОЙ ОПРЕДЕЛЁННОСТИ ИНФОРМАЦИИ О ДИНАМИКЕ ОБЪЕКТА

Химические реакторы представляют собой нелинейные многомерные объекты управления, для которых на ранних стадиях проектирования характерна неопределённость математической модели динамики. Это определяет актуальность разработки алгоритмов управления, не требующих полной информации о структуре и параметрах динамической модели.

Предложен новый подход к синтезу нелинейного алгоритма управления методом аналитического конструирования агрегированных регуляторов с использованием заданной нелинейной статической характеристики по каналу регулирования $v \rightarrow x$: $x = \varphi(v)$. Инерционность учтена введением линейного динамического звена.

Синтезированы астатические алгоритмы управления с учетом инерционности и без учета инерционности объекта. Алгоритм, учитывающий инерционность, имеет вид:

$$k_{ИМ}u = v - \frac{T_{ИМ}}{T_2(\partial\varphi/\partial v)} \left[(\varphi(v) - \hat{x}) + T_{об} \left(K_{II}(\hat{x} - \bar{x}) + K_{II} \int_0^{\tau} (\hat{x} - \bar{x}) d\tau \right) \right].$$

Результаты моделирования показали удовлетворительное качество переходных процессов при изменении задания. Предложенный подход может быть использован при разработке систем управления нелинейными объектами в условиях неопределённости информации о математической модели динамики.

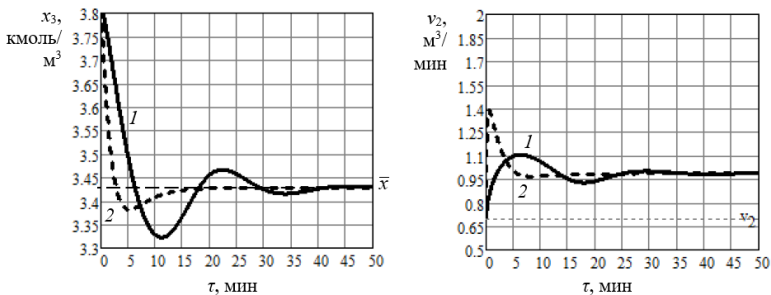


Рисунок 1 – Переходные процессы управления при изменении задания $\Delta \bar{x}_3 = -0.1 \bar{x}_3^0$:
1 – без учета инерционности объекта, 2 – с учетом инерционности

П.А. Артюхова, асс.

(Филиал ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск)

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ
НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

В настоящее время массовое внедрение возобновляемых источников энергии приводит к росту неопределенности в балансировании тепловых и электрических нагрузок в распределенных энергосистемах. Существующие системы управления, как правило, используют раздельную оптимизацию тепловых и электрических режимов, что ведет к перерасходу топлива, тепловым дисбалансам и снижению ресурса оборудования. Ключевое значение проблема имеет в условиях суточных колебаний температуры наружного воздуха и жестких ограничений по скорости изменения нагрузки комбинированных источников энергоснабжения.

В отличие от известных аналогов (базирующихся на детерминированных графиках или упрощенных моделях тепловых сетей), в данной работе реализован почасовой алгоритм многоцелевой оптимизации, объединяющий прогнозную коррекцию теплового баланса с регулированием температурных режимов теплоносителя в сетях и технико-экономическую оптимизацию с одновременным учетом нелинейных ограничений.

Разработанная программа на языке *Python* с модулем визуализации взаимосвязанных графиков балансов и температурных профилей позволяет диспетчерскому персоналу принимать обоснованные режимные решения на сутки вперед, что обеспечивает:

- снижение расхода топлива за счет оптимального распределения нагрузки между источниками и использования тепловой инерции аккумуляторов;
- предотвращение аварийных ситуаций, связанных с превышением допустимых температурных режимов оборудования и теплоносителя;
- автоматизированное формирование почасового плана работы энергооборудования в наглядном графическом виде (диаграммы Ганта для накопителей, температурные профили, балансовые графики).

Дальнейшие исследования направлены на интеграцию краткосрочного прогнозирования ветровой и солнечной генерации, а также на адаптацию алгоритма к работе в режиме реального времени с использованием методов машинного обучения для уточнения тепловой инерции сетей.

*Е.А. Балдов, студ.; рук. И.К. Муравьев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ЦИФРОВОЙ РЕГУЛЯТОР РАЗРЕЖЕНИЯ В ТОПКЕ КОТЛА

В работе рассмотрена задача повышения эффективности регулирования разрежения в топке котла Е-220-9,8-540 за счёт перехода от непрерывного к цифровому регулятору. Разрежение является ключевым параметром, определяющим устойчивость горения и безопасность работы котла.

Проанализирован непрерывный ПИ-регулятор, выявлены его ограничения: недостаточная гибкость настройки и чувствительность к возмущениям. Предложено цифровое переоборудование на основе дискретизации регулятора и получения разностной модели для реализации в программируемом логическом контроллере.

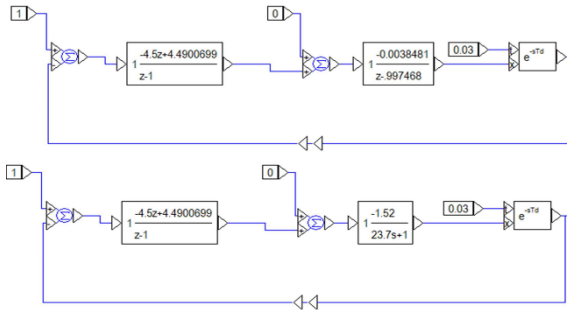


Рисунок 1 – Структурные схемы систем с цифровым и непрерывным регуляторами

Цифровой регулятор обеспечивает более точное поддержание разрежения, снижение влияния пульсаций и удобство интеграции в современные системы управления. Результаты моделирования показывают улучшение переходных процессов и устойчивости системы.

Таким образом, переход к цифровому регулятору повышает надёжность и энергоэффективность системы управления разрежением котла.

Библиографический список

1. Лабораторный практикум по созданию цифровых АСУ ТП. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/11221849/> – Загл. с экрана. – яз. Рус.
2. Управление и информатика в технических системах: Выпускная квалификационная работа. Учебное пособие / под ред. Ю.С. Тверского; Иван.гос.энерг.ун-т. – Иваново, 2008. – 147 с.

*Е.Ю. Беседин, М.Р. Пастухов; рук. Р.Г. Атаманюк
(ВолГТУ, г. Волгоград)*

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИИ ОБЕЧАЕК

Обечайки являются базовыми элементами в различных отраслях промышленности. Для контроля их геометрических параметров существуют различные методы и устройства.

Опτικο-электронная система проекционного метода измерения (рис. 1) содержит объектив 2, который проецирует кромку детали 1 в плоскость изображения, где устанавливается ПЗС-матрица 3, соединенная с блоком обработки информации 4. Дальномер 5 определяет расстояние L до кромки, пирометр 6 – температуру обечайки для внесения поправки.

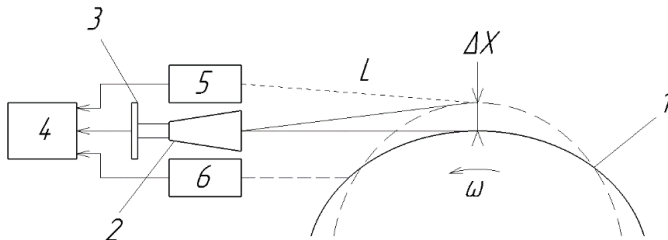


Рисунок 1 – Схема установки: 1 – обечайка, 2 – объектив, 3 – ПЗС-матрица, 4 – блок обработки информации, 5 – дальномер, 6 – пирометр.

В процессе вращения детали положение её кромки меняется, что фиксируется блоком управления как смещение изображения кромки на некоторое количество пикселей N . Линейное смещение ΔX кромки в плоскости измерения определяется по следующей формуле:

$$\Delta X = N * \alpha * (L + b), \quad (1)$$

где b – поправка, вызванная смещением точки отсчета расстояния, α – угол, охватываемый одним пикселем, в радианах.

После полного оборота обечайки блок обработки информации по полученным данным определяет её относительную овальность. Согласно ГОСТ 34347—2017 относительная овальность не должна превышать 1%.

В ходе работы был выбран оптимальный фотоприемник, разработана методика проведения эксперимента, доработана управляющая программа, проведено исследование дисторсии объектива, а также рассмотрено подключение пирометра.

Разработанный прибор может найти применение на машиностроительных заводах страны, что повысит качество изготавливаемого оборудования.

*М.Р. Пастухов; Е.Ю. Беседин; рук. Р. Г. Атаманюк
(ВолгГТУ, г. Волгоград)*

РАЗРАБОТКА ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРА КОНТРОЛЯ ДИАМЕТРОВ ОБЕЧАЕК

Обечайки являются базовыми элементами в различных отраслях промышленности. Для контроля их геометрических параметров существуют различные методы и устройства.

Измерительное устройство измерения внутреннего диаметра содержит дальномер, который закреплен на перемещающейся по контуру каретке с возможностью сканирования противоположного участка внутренней поверхности детали, результаты измерения расстояний запоминаются в блоке управления и из полученных результатов выбирается максимальное значение, которое и является диаметром в данном поперечном сечении, реализуя таким образом бесцентровой метод контроля.

В ходе работы была спроектирована механическая система позиционирования, выбран оптимальная модель оптического дальномера, разработана методика бесцентрового сканирования, а также исследована точность базирования роликовой системы.

Разработанный прибор может найти применение на машиностроительных заводах страны, что повысит качество изготавливаемого оборудования.

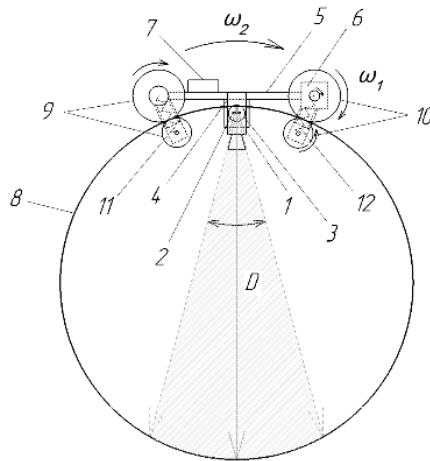


Рисунок 1 – Схема установки: 1 – оптическая головка, 2 - оптический дальномер, 3 - привод вращения, 4 – серводвигатель, 5 - каретка перемещения, 6 – шаговый двигатель, 7 - блок управления, 8 – обечайка, 9 и 10 - пары роликов, 11 и 12 - прижимные пружины.

*Е.В. Болонин, студ.; рук. А.В. Голубев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ЗАЩИТЫ ДАННЫХ И АУТЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Уязвимость программных средств перед реверс-инжинирингом диктует необходимость гибридных решений для защиты распределенных систем. В статье представлена трехуровневая архитектура: пользовательское ПО (тренажер), аппаратный криптографический ключ на базе микроконтроллера и серверная часть. Использование внешнего вычислительного модуля исключает саму возможность компрометации клиента.

Фундаментальный принцип системы – полный отказ от хранения секретов на клиенте. Взаимодействие приложения и ключа идет по изолированному USB-каналу. Клиент не имеет доступа к закрытым ключам в памяти микроконтроллера, передавая данные исключительно для выполнения криптографических операций. Даже при полной компрометации пользовательской среды извлечь ключи или симитировать валидные запросы без физического токена невозможно.

Связь ключа и сервера базируется на сквозном шифровании, где клиент выполняет только транспортную функцию. Защищенный обмен идет через единый бэкэнд-шлюз с глобальным обработчиком ошибок, что минимизирует поверхность атаки. Полезная нагрузка защищается симметричным шифрованием, а предварительный обмен сессионными ключами по асимметричным алгоритмам предотвращает атаки типа “человек посередине” (Man-in-the-Middle) [1].

На сервере расшифрованный идентификатор действия направляет запрос в изолированный слой бизнес-логики для работы с базой данных через ORM. Авторизация строго комбинирует физическое присутствие ключа, программную верификацию и выдачу пары JWT-токенов [2]. Данная масштабируемая архитектура универсальна: аппаратная изоляция криптографии полностью блокирует подделку запросов и гарантирует защиту сетевого трафика.

Библиографический список

1. **Сталлингс В.** Криптография и защита сетей: принципы и практика. 7-е изд. – М.: Вильямс, 2019. – 752 с.
2. **Мартин Р.** Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. – СПб.: Питер, 2018. – 352 с.

*К.А.Бушнев, студ.; рук. А.Н.Никоноров, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г.Иваново)*

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ ПРЯМОТОЧНОГО КОТЛА

Прямоточный котёл представляет собой гидравлическую систему с однократным принудительным движением рабочего тела. Отсутствие четкой границы между испарительной и пароперегревательной зонами формирует зону максимальной теплоемкости. В этой области сильно снижается коэффициент теплоотдачи от труб к теплоносителю в них, и кратно возрастает теплоемкость. Конструктивно зону называют переходной, и располагают в конвективном газоходе.

Тепловая мощность (нагрузка) в прямоточном котле регулируется за счет комплексного и согласованного изменения расходов топлива B_T и питательной воды $D_{ПВ}$. В этом случае выбирается последовательность их регулирования: например, заданием является расход питательной воды, тогда регулятор топлива обрабатывает «возмущение» по расходу питательной воды, или наоборот.

Кроме изменения расходов топлива и питательной воды, необходимы дополнительные сигналы, обеспечивающие стабильное и качественное регулирование процесса. Такими сигналами могут выступать:

- сигнал «по теплоте» ($Q_{ПР}$), т.е. сигнал по теплоте в промежуточном сечении водопарового тракта ПК;
- сигнал «по температуре» (t_{3MT}) - сигнал по температуре в промежуточной точке.

Сигнал «по теплоте» формируется путём комплексирования трех сигналов: $D_{ПР}^{ВИД}(t)$ – видимый расход пара в промежуточном сечении; $P_{ПР}(t)$ – сигнал статической коррекции, обеспечивает статическую точность сигнала $Q_{ПР}$; $\frac{dP_{ПР}(t)}{dt}$ - сигнал динамической коррекции, обозначает скорость изменения давления $P_{ПР}(t)$, обеспечивает динамическую точность $Q_{ПР}$.

Сигнал «по температуре» формируется за счет измерения температуры в промежуточной точке $t_{ПР}$. По сравнению с регулированием «по теплоте», этот метод регулирования имеет гораздо более низкую статическую погрешность, обусловленную более жесткими требованиями к точности датчиков температуры, чем к точности всех измерительных каналов $Q_{ПР}$.

*Р.Н. Валиев, асп.; А.В. Голубев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

АДАПТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АСР В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Автоматические системы регулирования, применяемые в теплоэнергетике, функционируют в условиях значительных внешних и внутренних возмущений, а также параметрической неопределенности объекта управления. В этих условиях использование адаптивных методов управления является одним из наиболее эффективных путей повышения качества регулирования.

К числу основных направлений повышения эффективности АСР относятся адаптивная настройка регуляторов, компенсация возмущений, идентификация параметров объекта и оптимизация режимов работы оборудования. Алгоритмы самонастройки позволяют корректировать параметры ПИД-регуляторов в зависимости от изменения динамических характеристик объекта, что обеспечивает повышение точности и устойчивости регулирования. Применение контуров упреждающего воздействия и наблюдателей состояния снижает влияние внешних факторов, таких как изменение нагрузки и качества топлива.

Онлайн-идентификация параметров объекта управления позволяет своевременно актуализировать его математическую модель, что повышает адекватность управления в реальном времени. Адаптивный выбор режимов работы оборудования способствует повышению энергоэффективности и надежности теплоэнергетических установок.

Таким образом, применение адаптивных методов в АСР теплоэнергетических объектов позволяет повысить точность регулирования, снизить энергозатраты и обеспечить устойчивую работу систем в условиях неопределенности.

*Р.Н. Валиев, асп.; А.В. Голубев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

**ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АСР
В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**

Ключевые слова: цифровой двойник, АСР, теплоэнергетика, моделирование, энергоэффективность.

Современное развитие теплоэнергетики связано с внедрением цифровых технологий, в частности цифровых двойников. Цифровой двойник представляет собой математическую модель объекта, функционирующую в режиме реального времени и синхронизированную с реальным оборудованием.

Применение цифровых двойников позволяет проводить моделирование режимов работы без вмешательства в технологический процесс, а также выполнять настройку и оптимизацию алгоритмов автоматических систем регулирования. Дополнительно обеспечивается возможность диагностики состояния оборудования и прогнозирования отказов.

Использование цифровых двойников способствует повышению качества управления, надежности работы оборудования и энергетической эффективности теплоэнергетических объектов.

Научная новизна заключается в применении цифровых двойников для повышения эффективности АСР теплоэнергетических установок.

Практическая значимость состоит в снижении потерь энергии и повышении надежности эксплуатации оборудования.

*Р.Н. Валиев, асп.; А.В. Голубев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АСР
КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ
МОДЕЛЬНО-ПРЕДИКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Котельные установки являются важными объектами теплоэнергетики, эффективность которых во многом определяется качеством автоматических систем регулирования. Традиционные методы управления обладают ограниченной эффективностью в условиях многосвязности параметров и наличия технологических ограничений.

Одним из перспективных подходов является модельно-предиктивное управление (МРС), основанное на использовании динамической модели объекта. Метод позволяет прогнозировать поведение системы и формировать управляющее воздействие с учетом ограничений на технологические параметры.

Применение МРС обеспечивает согласованное управление взаимосвязанными параметрами, снижение перерегулирования и улучшение качества переходных процессов.

Научная новизна заключается в применении МРС для повышения эффективности АСР котельных установок.

Практическая значимость состоит в повышении энергоэффективности и снижении расхода топлива.

*И.С. Гришкин, студ.; рук. М.Е. Зайцев
(ДИТИ НИЯУ МИФИ, г. Димитровград)*

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОВАКУУМНЫМ СТЕНДОМ РЕАКТОРА СМ-3

На территории АО «ГНЦ НИИАР» в составе исследовательского реактора СМ-3 эксплуатируется газовакуумный стенд для создания и поддержания необходимых условий по температуре и разрежению газа в герметичной полости. На данный момент регулирование указанных параметров осуществляется вручную, что приводит к необходимости привлечения персонала к сверхурочным работам. Такое управление газовакуумным стендом является трудоемким и сопряжено со значительными временными затратами персонала, поскольку поддерживать и изменять параметры газовой среды требуется в непрерывном режиме. Автоматизация данного процесса позволит упростить и повысить точность регулирования параметров газа, а также обеспечит стабильность их поддержания на заданном уровне во время длительных экспериментов.

С целью разработки алгоритмов автоматического управления выполнено имитационное моделирование системы. Оно проводилось в среде динамического моделирования SimInTech. В программе была создана упрощенная имитационная схема газовакуумного стенда. В контуре поддержания разрежения применен ПИД-регулятор с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) выходного сигнала. Изменяя давление среды, можно регулировать теплопроводность газа в полостях ампул и тем самым корректировать температуру [1].

В результате моделирования были определены коэффициенты настройки ПИД-регулятора системы управления для обеспечения требуемых переходных процессов. Подготовлены рекомендации по модернизации газовакуумного стенда. Автоматизация процесса позволит повысить точность и стабильность поддержания параметров газовой среды, снизить нагрузку на персонал и обеспечит безопасное проведение длительных экспериментов.

Библиографический список

- 1. Ижутов А.Л.** Методика исследования выхода ГПД из твэлов / А.Л. Ижутов, М.С. Каплина, Н.К. Калинина, Н.Ю. Марихин, В.С. Моисеев, О.И. Дреганов // Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». – 2025. – Т. 14, № 2. – С. 93–102.
- 2. Методика настройки цифрового ПИД-регулятора:** версия 1.6 от 22.12.2010. – Санкт-Петербург, 2010. – 11 с.

*В.В. Елисеев, студ. (ИГЭУ, г. Иваново, НИЦ КИ, г. Москва);
рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)*

НЕЯВНЫЕ МЕТОДЫ ИНТЕГРИРОВАНИЯ ЖЁСТКИХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ТОЧЕЧНОЙ КИНЕТИКИ НЕЙТРОНОВ

Точечная кинетика ядерного реактора — математическая модель динамики мощности под действием реактивности, широко применяемая для анализа переходных процессов и систем управления АЭС.

В данной работе представлена имитационная модель точечной кинетики, полученная аналитической подстановкой в неявный метод интегрирования (рис. 1) [1].

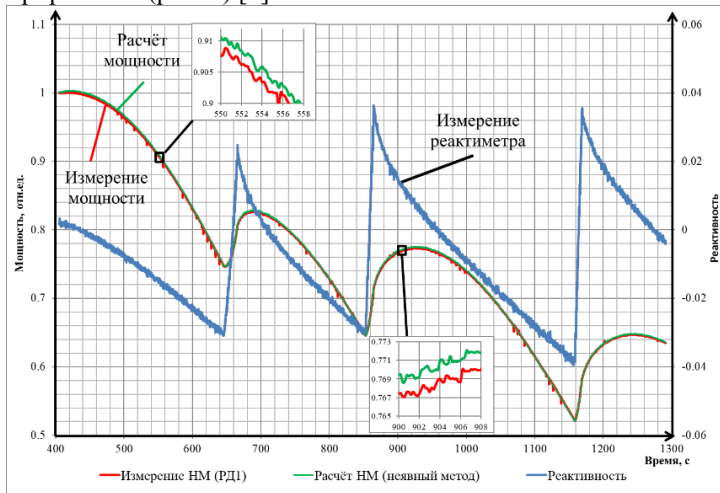


Рисунок 1 – Верификация имитационной модели точечной кинетики

Разработанная имитационная модель (на основе неявного метода Эйлера с замкнутым аналитическим выражением шага); верифицирована на реальных данных и обеспечивает высокую точность.

Результаты представляют интерес для специалистов в области ядерной энергетики, моделирования реакторов и численных методов решения жёстких систем дифференциальных уравнений.

Библиографический список

1. Елисеев В.В., Никоноров А.Н. Моделирование физических процессов и регулирования в ядерном реакторе // XIX всероссийская (XI международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, 14–16 мая 2024 года. – Иваново: ИГЭУ им. В.И. Ленина, 2024. – С. 11. – EDN SISRCL.

**В.В. Елисеев, студ. (ИГЭУ, г. Иваново, НИЦ КИ, г. Москва);
рук. А.В. Голубев, к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)**

РАЗРАБОТКА ПО ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С РАСЧЁТОМ УСТАНОВИВШЕГОСЯ СОСТОЯНИЯ

Дифференциальные уравнения – специальный математический аппарат для описания переходных процессов в системах управления, электрических сетях, который получил широкое применение в моделировании энергетических систем [1].

В данной работе представлена программа для аналитического решения дифференциальных уравнений с мгновенным расчётом установившегося состояния на основе неявного метода Эйлера (рис. 1).

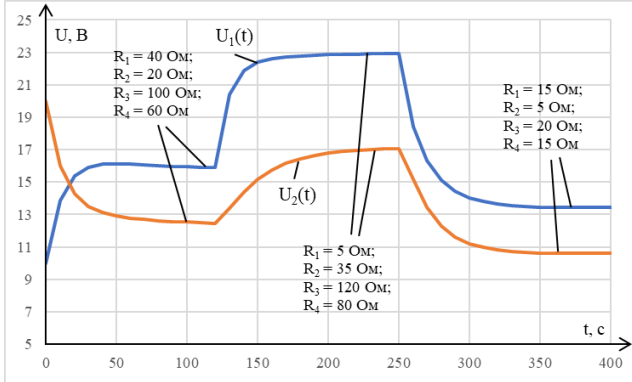


Рисунок 1 – Моделирование напряжений U_1 и U_2 при изменении сопротивлений R_1 – R_4

Разработанная компьютерная программа (на Python с использованием SymPy [2]) принимает систему символьных дифференциальных уравнений, выводит аналитическое решение численного шага неявного метода Эйлера; мгновенно определяет новое установившееся состояние при изменении параметров.

Результаты данной работы представляют интерес для специалистов в области энергетики, численных методов решения дифференциальных уравнений и систем управления.

Библиографический список

1. Голубев А.В., Муравьев И.К., Никоноров А.Н., Наумов Ю.В., Обуваев А.С. Совершенствование системы обучения персонала цеха контрольно-измерительных приборов и автоматики на компьютерном тренажере // Вестник Московского энергетического института. 2024. № 3. С. 107-112.
2. Лутц М. Изучаем Python. 5-е изд. — Санкт-Петербург: Питер, 2023. — 832 с.

*В.И. Канарейкин, асп.; рук. А.В. Голубев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

УПРОЩЕННАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОМЕЩЕНИИ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРЕДИКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Задача управления микроклиматом крупных помещений требует учёта пространственной неоднородности температуры. Использование вычислительной гидродинамики ограничено их вычислительной сложностью, что затрудняет применение в задачах реального времени. В связи с этим актуальна разработка упрощённых моделей.

В работе предложена распределённая модель теплопереноса, основанная на уравнении конвекции–диффузии [1]. Поле скоростей формируется как суперпозиция гауссовых профилей от четырёх приточных устройств, расположенных на потолке [2]. Вытяжное устройство размещено ($x = L, z = 0$). Численное решение получено с использованием конечно-разностной схемы с аппроксимацией конвективных членов на сетке 60×30 узлов. Реализация выполнена в среде MATLAB.

Результаты моделирования демонстрируют формирование температурного поля в помещении.

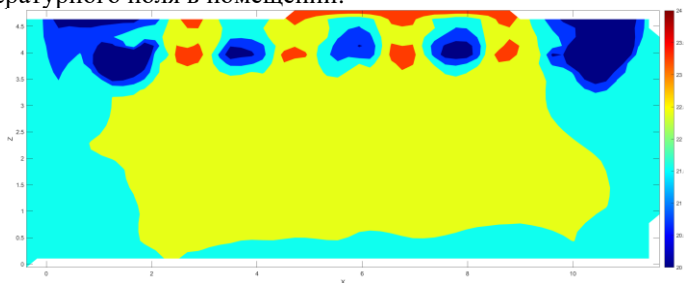


Рисунок 1 – Распределение температуры

Верификация модели выполнена путём сопоставления с результатами CFD-расчёта в комплексе COMSOL. Установлено, что предложенная модель обеспечивает максимальное расхождение температур в установившемся режиме не более 8% при ускорении расчетов более чем в 500 раз.

Полученные результаты подтверждают применимость разработанной модели для задач предиктивного управления микроклиматом. Дальнейшие исследования предполагают расширение модели за счёт учёта влажности и теплообмена с ограждающими конструкциями.

Библиографический список

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
2. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. – М.: Физматгиз, 1960. – 715 с.

Ю.В. Кислякова, студ.; рук. С.П. Астахов
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ

Системы автоматического управления освещением широко применяются в «умных» домах, уличном освещении и энергосберегающих технологиях. Их основная задача — включение и регулирование света без участия человека в зависимости от естественной освещённости. Ключевые элементы таких устройств — фотодиоды, обеспечивающие высокую чувствительность, быстродействие и низкое энергопотребление.

Фотодиоды работают на основе внутреннего фотоэффекта: при облучении р-п-перехода возникает фототок, пропорциональный интенсивности света. При снижении освещённости ниже порога ток падает, компаратор формирует сигнал для исполнительного реле или драйвера светильника. Фотодиоды превосходят фоторезисторы по быстродействию, температурной стабильности и линейности.

Совместно с фотодиодами светодиоды позволяют создавать автономные фонари, подъездные светильники, архитектурную подсветку. Энергоэффективность достигает 70–85 %.

При интеграции в «умный дом» фотодиодный датчик подключают к контроллеру (Arduino, ESP8266, PLC), который управляет не только светом, но и жалюзи, охраной, дисплеями.

Автоматическое управление освещением при наступлении темноты на фотодиодах — технически зрелое и экономически оправданное решение для жилых, общественных и уличных объектов.

Библиографический список

1. **Петров В.М.** Основы оптоэлектроники. — М.: Инфра-Инженерия, 2021.
2. **Сидоров А.Н.** Фотоэлектрические и оптоэлектронные приборы. — СПб.: Лань, 2020.
3. **Иванов К.С.** Системы «умного дома». — М.: КноРус, 2022.

*Т.Н. Козина, студ., рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОСНОВНОГО ПАРОСТРУЙНОГО ЭЖЕКТОРА ЭО-70

В работе представлены результаты аналитического исследования основного пароструйного эжектора ЭО-70, входящего в состав вакуумной системы конденсатора паротурбинной установки. Целью являлось выявление совокупности термодинамических и газодинамических закономерностей, необходимых для последующего создания имитационной модели данного аппарата.

В рамках работы детально рассмотрены конструктивные особенности двухступенчатого эжектора. На основе анализа технической документации установлены ключевые законы, определяющие работу устройства: энергетический баланс потока, закон передачи импульса при смешении сред, условие неразрывности течения, уравнение Бернулли для сжимаемой. Дополнительно выделены критические факторы, влияющие на эффективность функционирования – давление и расход рабочего пара, температура охлаждающей воды в промежуточном холодильнике и степень герметичности вакуумной системы.

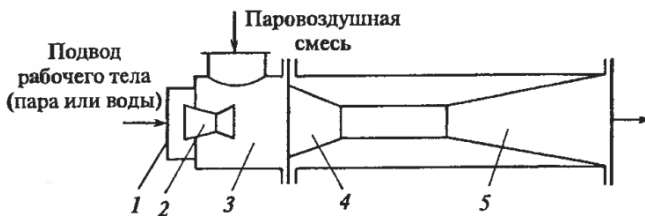


Рисунок 1 – Принципиальная схема двухступенчатого пароструйного эжектора:
1 – первая ступень, 2 – сопло, 3 – вторая ступень, 4 – диффузор, 5 – холодильник

Инструментарий базируется на методах термодинамического и газодинамического анализа. В рамках работы сформулированы основные уравнения для последующего построения имитационной модели. Планируется переход к компьютерной реализации модели в среде математического моделирования SimInTech.

Библиографический список

1. 103-М-01248РЭ Руководство по эксплуатации для паровой турбины К-38-8,0 / Открытое акционерное общество «Калужский турбинный завод». — Калуга, 2017—246 с.

*А.Ю. Коломеец, студ.; рук. Е.Д. Маршалов, к.т.н., доц.,
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЁРА ДЛЯ ПОВЕРКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДАВЛЕНИЯ

Представленная работа посвящена созданию тренажёра для подготовки специалистов КИПиА к процедуре поверки преобразователей давления. Разработанное решение позволяет в виртуальной среде моделировать работу с калибратором ИКСУ-260, пневмопомпой VP-020 и датчиками АИР-10/М1-Ди-1160, ПДЭ-010/Ди-160.

Проект направлен на решение кадровой проблемы в энергетике за счёт безопасного и экономичного обучения. Реализован полный цикл поверки: задание диапазона, выбор токового сигнала 4–20 мА, прямой и обратный ход по 6–7 реперным точкам, вычисление погрешностей и генерация итогового протокола.

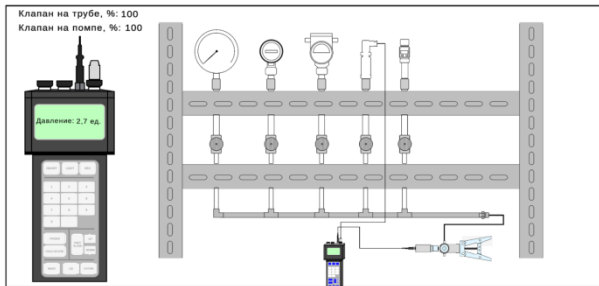


Рисунок 1 – Общий вид UI-составляющей тренажёра

Инструментарий базируется на Figma и Unity. В текущей 2D-версии реализованы физическая модель нагнетания давления, эмуляция измерительного тракта с нормируемой погрешностью и формирование протокола согласно ГОСТ. Планируется переход к 3D-моделированию в Blender.

Результаты целесообразно применять в вузовской подготовке и системах повышения квалификации инженерно-технического персонала энергетического профиля.

Библиографический список

1. **Маршалов Е.Д.** Средства измерения в энергетике: учеб.-метод. пособие. – Иваново: ИГЭУ, 2023. – 164 с.

*Д.А. Котова, студ.; А.Н. Никоноров, к. т. н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ВОДЫ ДЛЯ БАРАБАНОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Предметом данного исследования является разработка математической и имитационной модели барабана низкого давления (БНД), а также синтез адаптивной системы управления уровнем. Эта установка представляет собой сложный аппарат, основными задачами которого являются разделение пароводяной смеси на пар и воду, а также прием питательной воды.

На основе фундаментальных законов сохранения энергии, массы и количества движения была разработана математическая модель объекта [1]. Ее реализация и последующее тестирование на нестационарность (изменение динамических характеристик в зависимости от режима работы) проводились в программной среде SimInTech.

Основное преимущество системы с переменной структурой состоит в способности мгновенно менять закон регулирования, нелинейно переключаясь между быстрыми и плавными алгоритмами в зависимости от величины рассогласования[2]. В отличие от каскадной схемы, адаптивная система своевременно переключает режимы работы, что способствует уменьшению колебательности и позволяет избежать перерегулирования.

В результате работы доказано, что применение системы с переменной структурой является наиболее эффективным решением для БНД. Ее использование позволяет достичь оптимального баланса между быстродействием, точностью и устойчивостью, что критически важно для надежной и экономичной работы энергоблока.

Библиографический список

1. **Никоноров А.Н.** Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Моделирование систем». – Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2013. – 20 с.
2. **Таламанов С.А.** Анализ и синтез автоматических систем регулирования: Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине «Теория автоматического управления» / ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им В.И. Ленина». – Иваново, 2009. – 44 с.

*Д.А. Котова, студ.; рук. А.В. Котлова
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ВОДЫ ДЛЯ БАРАБАНОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Предметом данного исследования является автоматическая система управления уровнем в барабане низкого давления (БНД). Эта установка представляет собой сложный тепло- и массообменный аппарат, предназначенный для сбора питательной воды, отделения насыщенного пара от пароводяной смеси и обеспечения запаса воды для бесперебойной работы циркуляционного контура. Отклонения фактического уровня воды в БНД от заданного значения могут привести к нежелательным последствиям. При превышении номинального уровня конденсированная влага уносится паром в пароперегреватель. Небольшое количество уносимой влаги не приводит к значительному снижению теплопередачи. Однако, если уносится значительное количество влаги, вода, контактирующая со стенками труб пароперегревателя, вызывает их быстрое охлаждение, что приводит к повреждению металла [1].

Был проведен структурный и параметрический синтез системы управления уровнем в БНД. Эксперименты, проведенные на симуляторе, позволили получить динамические характеристики. Затем был рассчитан ПИ-регулятор с использованием метода РКЧХ [2].

В результате этой работы была разработана двухконтурная автоматическая система управления для регулирования уровня воды в барабане низкого давления. Оптимальные параметры равны $K_p=8.025 \left[\frac{\%XPO\text{-ч}}{т} \right]$, $T_i=29.137$ с.

Проект привел к созданию современной системы управления на основе отечественной платформы, которая повышает надежность и эффективность системы.

Библиографический список

1. **Таламанов С.А.** Анализ и синтез автоматических систем регулирования: Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине «Теория автоматического управления» / ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им В.И. Ленина». – Иваново, 2009. – 44 с.
2. **Никоноров А.Н., Муравьев И.К., Тверской Ю.С.** Практикум по курсу «Локальные системы управления», Иваново, 2018. – 76 с.

*В.М. Крицына, студ.; рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЯДЕРНОЙ ПАРОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ В ПТК «СУРА»

Повышение требований к безопасности и маневренности современных энергоблоков обуславливает необходимость исследования ядерных паротурбинных установок (ЯПТУ) как единых систем. В среде программно-технического комплекса (ПТК) «СУРА» реализована сквозная динамическая модель, интегрирующая реактор ВВЭР-1000, парогенератор ПГВ-1000 и турбоагрегат К-1000-60/3000 в общий технологический контур. Такой подход позволяет отойти от анализа изолированных узлов и исследовать влияние обратных связей объектов АЭС, рассматривая установку как целостный объект управления в переходных режимах.

Комплекс реализован на языке ST в виде системы связанных макросов. Это позволяет с высокой точностью воспроизводить макропроцессы АЭС при внешних возмущениях: перемещении стержней реактора или изменении нагрузки турбины. Разработка имеет практическую значимость для верификации алгоритмов АСУТП и может быть интегрирована в образовательный процесс.

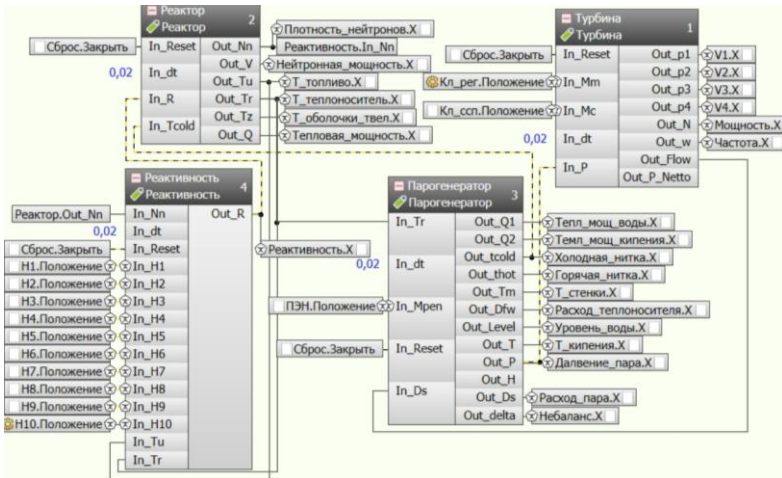


Рисунок 1 – Структурная схема взаимосвязанных макромоделей оборудования ЯПТУ в среде ПТК "СУРА"

*А.Е. Кузнецов, студ.; рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВТОРИЧНО ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА В TRACE MODE

В данной работе с целью оптимизации процесса поддержания температуры прямоточного котла ТГМП-314 была разработана система регулирования температуры вторичного перегретого пара

Система регулирования температуры вторичного перегретого пара была создана в SCADA-системе TRACE MODE (Рис. 1), разработаны экраны операторского интерфейса и настройки, реализована имитационная модель объекта положения регулирующего органа в программе ТХ.

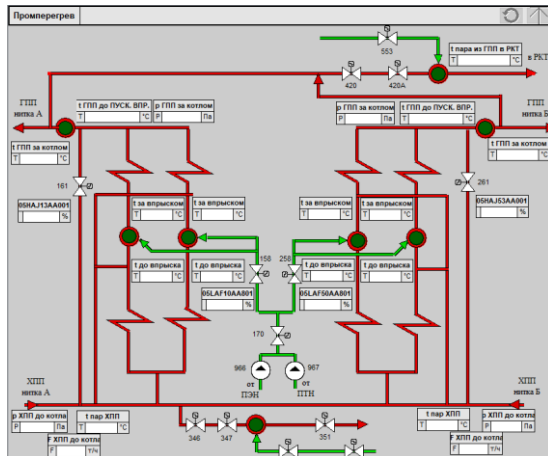


Рисунок 1 – Мнемосхема системы регулирования температуры вторичного пара в TRACE MODE

Также в ходе исследований был выполнен термодинамический анализ объекта регулирования, разработано техническое задание на систему управления, получены передаточные функции объекта с помощью экспериментов на тренажере ТЭЦ-25 и проведен расчет и оптимизация регулятора в программе ТЕМП, разработана техническая документация по проекту в САПР AutomatiCS.

Библиографический список

1. САПР TRACE MODE 6: учебно-методическое пособие / А.А. Мезенцев, В.М. Павлов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 137 с.

*Е.А. Кузнецова, студ.; рук. Е.Д. Маршалов, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПАРОВОДОЯНОГО ТРАКТА КОТЛА ТГМП-314

В данной работе была разработана модель со сосредоточенными параметрами пароводяного тракта прямоточного котла ТГМП-314 с целью дальнейших исследований и проведения опытов. Тракт состоит из следующих смоделированных объектов: ВЭК, НРЧ, СРЧ, ВРЧ, РВ-1, ШПП1, ШПП2, РВ-2, КПП, РВ-3. При создании имитационной моделирования были соблюдены принципы детерминированности. Модель должна соответствовать реальности, в динамике отображать взаимодействие сред.

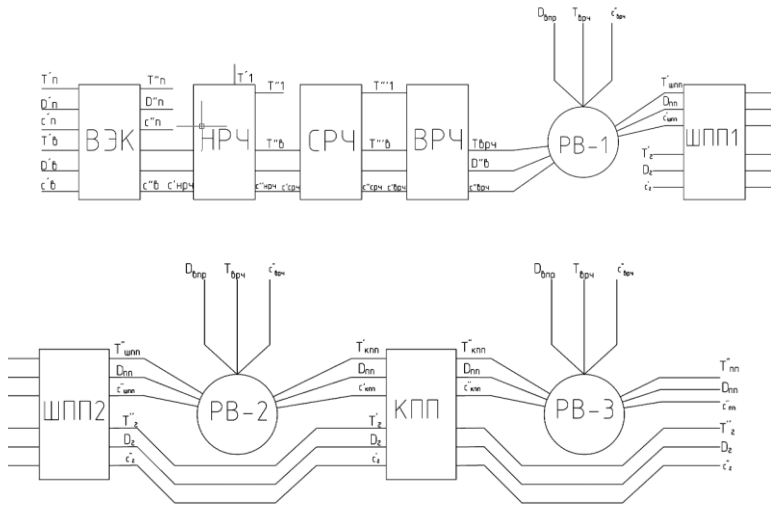


Рисунок 1 – Структура модели пароводяного тракта котла

В ходе разработки был проанализирован объект моделирования, его особенности физических процессов, протекающих в объекте. Проведена проверка адекватности модели. Проведен ряд экспериментов, включающие в себя нанесение ступенчатых возмущений на различные переменные.

Реализованы следующие физические законы: ЗСЭ, материального и теплового баланса, состояния, радиационного теплообмена, для пароохладителя смоделирован процесс смешения сред.

*К.С. Маслова, асп.; рук. А.В. Борисов, д.ф.-м.н., проф.
(ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва)*

ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ В КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ АКТИВНЫХ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского
научного фонда, № 25-21-00153 (<https://rscf.ru/project/25-21-00153/>).*

Механическая конструкция активного экзоскелета предназначена для расширения спектра возможностей оператора. До настоящего времени проблема управления активными экзоскелетами является актуальной из-за нелинейности отношений между переменными, влияющими на движение и необходимости повышения количества степеней свободы антропоморфного устройства [1]. В ходе выполнения данной работы под киберфизической системой рассматривается взаимодействие оператора и устройства активного экзоскелета. Техническим средством, обеспечивающим взаимодействие являются человеко-машинные интерфейсы, проводящие обработку входящих на датчики сигналов. После первичной обработки определяется характер и величина необходимого управляющего воздействия для совершения движения.

В ходе исследования выявлены основные преимущества использования человеко-машинных интерфейсов в сложных киберфизических системах активных экзоскелетов, к ним относится возможность повышения степени персонализации устройства для каждого оператора, что положительно влияет на адаптивные характеристики, возможность обработки данных в режиме реального времени, а также интеграция интеллектуальных систем машинного обучения.

К проблемам, которые выявлены на данный момент, можно отнести задержки в передаче сигналов, которые могут негативно сказываться на движении системы, посторонние шумы и неточности сигналов при неправильном размещении датчиков.

Развитие человеко-машинных интерфейсов, применяемых в управлении активными экзоскелетами опирается на совершенствование нейросетевых алгоритмов, учитывающих индивидуальные особенности пользователя.

Библиографический список

1. Constructing equations of rigid body systems dynamics and algorithms for solving control problems of biomechanical systems / R. Mucharlyamov, A. Borisov, I. Kaspirovich, K. Maslova // Russian Journal of Biomechanics. – 2025. – Vol. 29, No. 3. – P. 84-94. – DOI 10.15593/rjbiomech/2025.3.09. – EDN KDKOCH.

*М.А. Милуков студ.; рук А.В. Голубев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Термоэлектрические преобразователи температуры (термопары) широко применяются в энергетике и промышленности, однако их измерительные каналы характеризуются высокой чувствительностью к электрическим дефектам вследствие малой величины выходного сигнала. Актуальной задачей является выявление диагностических признаков неисправностей, возникающих в линии передачи сигнала.

Целью работы является экспериментальное исследование влияния обрывов и коротких замыканий на параметры измерительного канала термопары и определение критериев их идентификации.

Экспериментальная установка включала термопару типа ХА, два клеммных соединения, вторичный прибор (ПТК) и термокомпенсационные провода. При температуре порядка 300 °С регистрировалась ЭДС термопары около 10,9 мВ. Далее последовательно моделировались характерные неисправности: короткое замыкание в линии, короткое замыкание в клеммных соединениях, а также обрыв и отключение датчика.

Установлено, что при коротком замыкании в линии сигнал термопары снижается до значений порядка 0,02 мВ, что обусловлено шунтированием источника ЭДС. При локальном коротком замыкании в клеммнике наблюдается резкое снижение сопротивления в точке дефекта до значений порядка 0,01 Ом при сохранении сопротивления линии на удалённых участках ($\approx 25\text{--}26$ Ом). При обрыве цепи или отключении датчика также фиксируется практически нулевой уровень сигнала ($\approx 0,01$ мВ).

Полученные результаты показывают, что диагностика состояния термопарного канала может быть реализована на основе совместного анализа уровня ЭДС и распределения сопротивлений по участкам цепи. Характерными признаками неисправностей являются резкое снижение выходного сигнала и появление локальных участков с аномально малым сопротивлением.

Библиографический список

1. Разработка системы обучения персонала КИПиА и ее интеграция с компьютерным тренажером ТЭС / А.В. Голубев, Муравьев И.К., Никоноров А.Н., Наумов Ю.В., Обуваев А.С., Целищев Е.С. // Автоматизация в промышленности. — 2023. — №4. — С. 3-11. — [Электронный ресурс] <https://rucont.ru/efd/902826>

*А. В. Натур, студ.; рук. Ю.Б. Мусеев., д.м.н.
(Мосполитех, г. Москва)*

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРТЕЗОВ

Цифровые технологии и автоматизации этапов производства превращают проектирование ортезов в управляемый инженерный процесс. Одним из наиболее перспективных направлений является применение параметрического моделирования и аддитивных технологий [1].

Разрабатываемая параметрическая система предназначена для создания различных исполнений ортезов на основе цифровых моделей верхних конечностей, полученных 3D сканированием. Инструмент строит цифровые модели ортезов, имеющие функциональный дизайн и адаптированные под анатомические особенности человека. Это позволяет существенно ускорить процесс разработки ортеза и повысить повторяемость качества изделий, что напрямую сказывается на эффективности работы конструкторского отдела и предприятия в целом.

Для реализации цифровой технологии используется современная САД система Rhino со средой параметрического и алгоритмического моделирования Grasshopper [2]. На её основе разрабатываются алгоритмы генерации геометрии ортеза: оболочки, зоны перфорации и креплений, которые автоматически перестраиваются при изменении входных параметров. Предусмотрено формирование моделей в форматах, пригодных для последующей 3D печати на принтерах, упрощая внедрение технологии в производственные процессы. После отработки алгоритмов в рабочем пространстве системы в автоматическом режиме появляются готовые к изготовлению 3D модели изделий [3].

Предложенный параметрический подход обеспечивает сокращение сроков проектирования, снижение зависимости результата от субъективного человеческого фактора, обеспечивает качество ортеза и учитывает антропометрию пациента. Технология данного подхода легко масштабируется на различные типы ортезов и разные производственные площадки.

Библиографический список

1. Индивидуальные медицинские ортезы: как 3D-печать меняет подход к лечению. QualiVed, 2025. URL: <https://qualived.ru> (дата обращения: 26.03.2026).
2. Parametric modeling and 3D printing transforming medical devices // LinkedIn Article, 2023. URL: <https://linkedin.com> (дата обращения: 26.03.2026).
3. Параметрическое моделирование: основы, преимущества и примеры применения // Научные статьи. URL: <https://nauchniestati.ru> (дата обращения: 26.03.2026).

Я.А. Пойгин, студ.; рук. И.К. Муравьев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ КОТЛА ТПП-210

В рамках данной работы для повышения стабильности параметров пара котла ТПП-210 была разработана имитационная модель автоматической системы регулирования (АСР) тепловой мощности.

Модель котла реализована в среде TRACE MODE [1] (рис. 1). Данные для обработки в TRACE MODE 6 подготовлены с использованием программы Unimod Pro. Для определения передаточных функций каналов регулирования выполнена аппроксимация экспериментальных данных методом моментов (Симюю). Оптимальные параметры настройки АСР найдены с помощью программы «РАНАР» и анализа расширенных амплитудно-фазовых частотных характеристик.

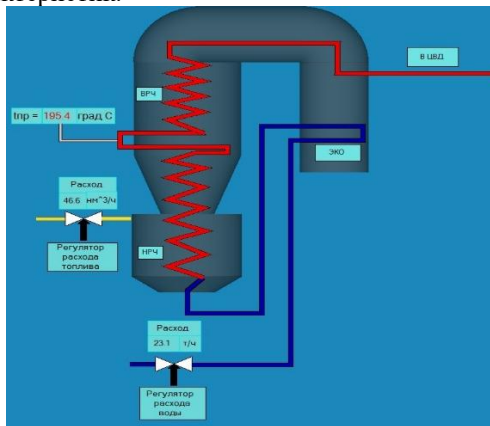


Рисунок 1 – Мнемосхема системы регулирования тепловой мощности в TRACE MODE

В процессе работы проанализирован объект моделирования, изучены особенности теплофизических процессов в котле. Проведена проверка адекватности модели и выполнены экспериментальные исследования на ней.

Кроме того, в программной среде «TRACE MODE 6» созданы экран настройки и мнемосхема системы регулирования (соответствующее изображение представлено на рисунке).

Библиографический список

1. САПР TRACE MODE 6: учебно-методическое пособие / А.А. Мезенцев, В.М. Павлов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 137 с.

*К.К. Покровский, студ.; рук. Е.Д. Маршалов, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПРЕДИКТИВНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ LLM

Система реализует полный цикл машинного обучения, включая сбор и предобработку данных, генерацию признаков, обучение классификатора, оценку качества и предсказание в реальном времени. В качестве классификатора используется алгоритм случайного леса с 100 деревьями решений, что снижает риск переобучения. Исходный набор из четырёх параметров датчика (температура, давление, время работы, вибрация) расширяется до девяти за счёт производных переменных, таких как соотношения, произведения, квадраты и категориальные кодировки. Предсказание выдаёт вероятность отказа от 0 до 1, интерпретируемую через настраиваемые пороги как низкий, средний или высокий риск. Система валидирует входные данные по физически допустимым диапазонам и поддерживает пакетную обработку датчиков из текстового файла.

Программа разработана с акцентом на использование механических датчиков давления, но также обладает потенциалом для интеграции с другими типами датчиков при условии соответствующей настройки модели. Механические датчики давления характеризуются повышенной уязвимостью к износу подвижных элементов, таких как диафрагмы, пружины и мембраны. Износ данных компонентов может проявляться в виде нестабильности показаний, а также заниженных или завышенных значений измерений.

В результате проведенной работы была разработана автономная программа с графическим пользовательским интерфейсом, предназначенная для упрощения выполнения задач и обеспечения более удобного взаимодействия с пользователем. Программа включает в себя функциональные инструменты для анализа данных, такие как построение графиков и построчное сравнение.

Библиографический список

1. Орельен, Ж. Е. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow, 2018, - 690 с.

*М.Д. Полторан, студ.; рук. И.Л. Стефановский
(ГГТУ им. П.О. Сухого, г. Гомель)*

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗАЦИИ
КОНТРОЛЯ РАСХОДА ВОДЫ В ОАО «МОЗЫРСКИЙ
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД»**

Данный проект посвящён разработке автоматизированной системы учёта расхода воды на промышленном предприятии, таком как Мозырский нефтеперерабатывающий завод. В условиях необходимости экономии ресурсов и повышения экологической безопасности становится важным вести точный и удобный учёт водопотребления. Это особенно актуально для крупных предприятий, где объёмы потребляемой воды значительны и требуют постоянного контроля. При этом на практике данные часто фиксируются вручную и хранятся в разных местах, что усложняет их обработку и анализ.

Разрабатываемая система предназначена для централизованного ввода, хранения и обработки показаний расхода воды, которые заносятся пользователями. Это позволяет отказаться от бумажных журналов и упростить контроль за расходом на разных участках. В системе предусмотрено удобное внесение данных, их проверка и последующий анализ, что снижает вероятность ошибок и потери информации.

В ходе работы была реализована структура программы, включающая модули ввода данных, их хранения и отображения. Особое внимание уделено простоте интерфейса, чтобы пользователи могли быстро освоить систему и без затруднений работать с ней. Также предусмотрена возможность просмотра истории показаний и отслеживания изменений во времени.

Использование системы позволяет упорядочить процесс учёта воды, повысить точность данных и быстрее выявлять отклонения. Это помогает контролировать расход ресурсов и принимать более обоснованные решения в процессе эксплуатации предприятия. Кроме того, снижается влияние человеческого фактора при обработке информации.

В дальнейшем систему можно расширить за счёт добавления автоматического анализа данных, а также интеграции с другими системами учёта ресурсов, что позволит создать единое информационное пространство предприятия.

Д.А. Праньков, асп.; рук. А.В. Голубев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПРЕССОРОВ С УЧЁТОМ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Эффективность работы воздушных компрессоров зависит от термодинамических параметров всасываемого воздуха [1]. Одним из важнейших технологических параметров компримированного воздуха является абсолютное давление на нагнетании, которое изменяется при колебаниях температуры и влажности атмосферного воздуха.

Разработана имитационная модель двухступенчатого турбокомпрессора (K-5500-41-1M) в среде SimInTech. Модель позволяет задавать температуру на всасе с произвольной относительной влажностью. Также предусмотрен впрыск воды во вторую ступень (межступенчатое увлажнение). Согласно [2], оптимальный расход впрыска – 0,5...2% от расхода воздуха. Впрыск воды повышает плотность газа перед ступенью, снижает работу сжатия и увеличивает конечное давление без роста частоты вращения.

Заданное (номинальное)	Расход пара перед турбиной	Мощность на валу
В модели	82,6 т/ч	23 МВт
	72,2734 т/ч	19,9748 МВт

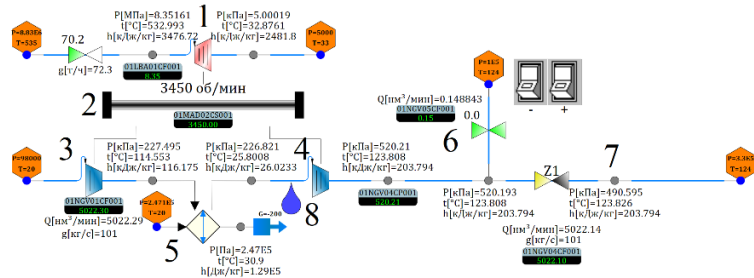


Рисунок 1 – Общий вид имитационной модели: 1 – паровая турбина; 2 – ротор; 3 – первая секция компрессора; 4 – вторая секция компрессора; 5 – воздухоохладитель; 6 – разгрузочный клапан; 7 – потребитель; 8 – увлажнитель (впрыск)

Библиографический список

1. В.В. Осинцев, В.М. Форостов, Т.Б. Миргелова. Газодинамические расчеты центробежных компрессорных машин. Учебное пособие для студентов специальности 0308. Челябинский политехнический институт им. Ленинского комсомола, 1989.
2. Block Novelo D.A., Igie U. Aero Engine Compressor Cooling by Water Injection – Part 1: Evaporative Compressor Model // Energy. – 2018. – Vol. 160. – P. 1224–1235. DOI: 10.1016/j.energy.2018.05.170.

*А.Р. Прокофьев, студ.; рук. А.В. Котлова
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В БАРАБАНЕ

Контроль уровня в барабанах котлов ТЭС и АЭС критически влияет на безопасность и эффективность энергоблоков. Гидростатический метод измерения перепада давления остаётся наиболее надёжным в условиях высоких давлений и температур.

Точность метода снижается из-за переменной плотности среды, влияния «мокрой ноги» в импульсных линиях и систематических погрешностей монтажа. Неучёт этих факторов ведёт к зонам нечувствительности и аварийным рискам.

Разработан алгоритм расчёта номинального перепада давления, учитывающий тип резервуара, точки врезки импульсных трубок и заполнение линий конденсатом. Показано, что смещение отборов к границам рабочего диапазона повышает разрешающую способность системы в критической зоне. Предложен метод синтеза общей зоны нечувствительности через аддитивное суммирование инструментальной погрешности (класс точности датчика) и дискретной составляющей (разрядность АЦП). На примере барабана с уровнем 1,6–3,6 м и датчиком класса 1,5% зона нечувствительности составила ≈6,5 мм.

Корректная настройка пределов датчика и количественная оценка зоны нечувствительности позволяют обоснованно задавать уставки сигнализации и настраивать регуляторы, исключая ложные срабатывания и автоколебания, что повышает безопасность эксплуатации.

Библиографический список

- 1. В.Н. Ерёмин.** Технологические измерения и приборы для тепловых и атомных электростанций: учебное пособие / В.Н. Ерёмин, А.А. Ефимов, В.И. Королёв; под ред. В.Н. Ерёмина. – Иваново: Издательство ИГЭУ, 2019. – 356 с.
- 2. В.С. Клюев.** Основы автоматизации технологических процессов в теплоэнергетике: учебник для вузов / А.С. Клюев, Б.В. Протопопов, В.С. Клюев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Инфра-Инженерия, 2021. – 592 с.

*Н.С. Прудников, студ., В.Н. Денисов д.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ НА ХЛЕБОПЕКАРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Современные хлебопекарные предприятия вынуждены искать пути повышения эффективности производства, сокращения затрат и улучшения качества продукции – это необходимо для сохранения конкурентоспособности в условиях жёсткой рыночной борьбы и растущих экологических требований. Решить эти задачи помогает внедрение технологии цифровых двойников: виртуальных моделей реальных объектов и процессов, обеспечивающих мониторинг, анализ и оптимизацию работы в режиме реального времени[1].

Применение цифровых двойников на хлебопекарном производстве даёт возможность непрерывно отслеживать и совершенствовать технологические процессы – от замеса теста до упаковки готовой продукции. Технология позволяет точно настраивать параметры выпечки, заранее выявлять потенциальные сбои оборудования и быстро их устранять, благодаря чему растёт качество хлеба и снижается процент брака[2]. С помощью моделирования удаётся добиться экономии сырья и энергоресурсов на 20-25 %, а также сократить логистические издержки на 18-22 % за счёт более грамотного планирования цепочек поставок. Кроме того, цифровые двойники ускоряют модернизацию производственных линий и внедрение новых рецептур без остановки работы, а сочетание с технологиями IoT и ИИ открывает возможности автоматической корректировки параметров оборудования. Как следствие, предприятие добивается роста производительности на 7-12 %, сокращения сроков выполнения заказов на 35 % и повышения экономической и экологической устойчивости.

Таким образом, внедрение цифровых двойников становится ключевым стратегическим решением для хлебопекарных предприятий: технология не только эффективно решает текущие задачи по оптимизации затрат и улучшению качества, но и создаёт основу для долгосрочной конкурентоспособности, помогая адаптироваться к экологическим нормам и изменениям на рынке.

Библиографический список

1. Туранский Д.В. Разработка и внедрение цифровых двойников для оптимизации хлебопекарных линий / Туранский Д.В. // Хлебопечение России. 2024. Т. 68. № 3. С. 134–143
2. Сидорова А.И. Инновационный подход к проектированию пищевых продуктов / А.И. Сидорова, М.Г. Куликова // Естественные и технические науки.-2017.-№5. С.157-158

*Я.И. Сарбаева, студ.; рук. Е.А.Хусаинова, к.э.н., доц.
(КГЭУ, г. Казань)*

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ: ПЛЮСЫ, ПРИМЕРЫ И ТРУДНОСТИ

В 2024–2025 годах цифровизация ТЭК активно развивается. Автономные дроны с ИИ-управлением сократили число аварий на объектах транспортировки энергоресурсов на 18 % за первое полугодие 2024-го.

Интеграция больших данных с отечественными облачными платформами довела точность прогнозов потребления энергии до 94 %. IoT-системы на ТЭЦ сократили время реагирования на нештатные ситуации на 40 %, а в газовой отрасли утечки метана снизились на 22 % благодаря раннему обнаружению микротрещин.

Платформы предиктивной аналитики на электростанциях ЦФО и ПФО снизили затраты на техобслуживание на 20–23 %, внеплановые остановки — на треть. В Татарстане цифровой двойник снизил потери электроэнергии на 14 %, в Сибири запущен аналог для ГЭС. В Краснодарском крае солнечная электростанция с ИИ увеличила выработку энергии на 25 %.

Основные сложности: затраты на модернизацию — до 35 % стоимости объекта, рост кибератак на 45 % в 2024 году, дефицит кадров (лишь 42 % специалистов владеют цифровыми навыками), региональный дисбаланс (70–80 % внедрения в мегаполисах против 35 % в отдалённых районах), импортозависимость (70 % комплектующих для IoT — зарубежные). Развитие отечественных технологий и подготовка кадров помогут сделать энергетику гибче и конкурентоспособнее.

Библиографический список

1. Возобновляемая энергетика в цифровую эпоху: доклад Министерства энергетики РФ. — Москва, 2023. — 112 с.
2. Развитие умных сетей в России: текущее состояние и перспективы: отчёт Ассоциации «Совет производителей энергии». — Москва, 2021. — 124 с.
3. Цифровая трансформация в газовой отрасли: доклад ПАО «Газпром». — Москва, 2022. — 89 с.
4. Цифровизация в энергетике: влияние на экологическую безопасность: исследование Института энергетических исследований РАН. — Москва, 2022. — 96 с.

*А.А. Серболова, асп.; А.А. Александров, к.т.н.;
рук. А.В. Лившиц, д.т.н., проф.
(ИрГУПС, г. Иркутск)*

УПРАВЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИМИ ОСТАТОЧНЫМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ В ЗАГОТОВКАХ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Коробление маложестких деталей из алюминиевых сплавов (панелей, профилей, дуг) при механической обработке обусловлено остаточными напряжениями, возникающими на этапе закалки. Затраты на правку достигают 30% трудоёмкости. Существующие методы снижения напряжений имеют ограничения: неприменимость к сложным формам, снижение прочности до 20%, высокая стоимость или необходимость пост-обработки [1,2,3].

Предложен метод двухэтапной закалки с адаптивным управлением коэффициентом теплоотдачи $\alpha_{(t)}$: на первом этапе — мягкое охлаждение (малый градиент температур, минимизация напряжений), на втором – интенсивное охлаждение (обеспечение прочности). Момент переключения $\tau_{пер}$ определяется математической оптимизацией [4].

На конечно-элементной модели (MSC Patran/Sinda) для заготовки из сплава B95 (390×240×38 мм) проведены расчёты для различных α . Установлено: $\alpha = 3500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$: градиент 74,9°C, прочность ниже 95%; $\alpha = 20000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$: градиент 149°C, остаточные напряжения до 107 МПа; $\alpha = 8500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – критическое значение, обеспечивающее баланс: градиент 100°C, напряжения 55 МПа, прочность $\geq 95\%$.

Разработана архитектура цифрового двойника процесса закалки, интегрирующего математическую модель, данные АСУТП и алгоритмы оптимизации. Ведётся создание лабораторного стенда с управляемым коэффициентом теплоотдачи.

Библиографический список

1. Каргапольцев, С. К. Управление деформированным состоянием маложестких деталей типа пластин с подкреплением на основе его прогнозирования при проектировании технологического процесса : дис. ... д-ра техн. наук : 2.3.3 / Каргапольцев Станислав Константинович. — Иркутск, 2000. — 312 с.
2. Лившиц, А. В. Прогнозирование локальных остаточных деформаций при проектировании технологического процесса изготовления маложестких деталей : дис. ... канд. техн. наук : 2.3.3 / Лившиц Артем Валерьевич. — Иркутск, 1999. — 178 с.
3. Александров, А. А. Моделирование термических остаточных напряжений при производстве маложестких деталей : дис. ... канд. техн. наук : 2.3.3 / Александров Александр Александрович. — Иркутск, 2015. — 156 с.
4. Araghchi, M. A novel cryogenic treatment for reduction of residual stresses in 2024 aluminum alloy / M. Araghchi, H. Mansouri, R. Vafaei, Y. Guo // Materials Science and Engineering: A. — 2017. — Vol. 689. — P. 48-52. — DOI: 10.1016/j.msea.2017.01.095.

*А.С. Смирнов, студ.; рук. А.В. Котлова
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЁТА ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ НА СУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВАХ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ РАСХОДА

Измерение расхода жидкостей и газов методом переменного перепада давления на сужающих устройствах (диафрагмах, соплах, трубах Вентури) остаётся наиболее распространённым в промышленности. При проектировании узлов учёта важно не только определить измеряемый перепад давления ΔP , но и рассчитать безвозвратные потери давления δp , которые влияют на энергоэффективность насосного и компрессорного оборудования.

Цель работы – создание программы, автоматизирующей расчёт потерь давления на стандартной диафрагме для различных сред: вода, газ, перегретый и насыщенный пар.

Для несжимаемой жидкости (вода) методика [1,4] базируется на определении скорости потока V и коэффициента местного сопротивления ε :

$$V = \frac{4G}{\pi d^2}, \quad \varepsilon = \left(\frac{1}{n \cdot \varepsilon} - 1\right)^2, \quad H = \frac{\varepsilon V^2}{2g},$$

где G – расход, d – внутренний диаметр трубы, n – степень сужения, ε – коэффициент сжатия.

Для сжимаемых сред (газ, пар) расчёт ведётся по ГОСТ 8.586.5-2005 [2,3]:

$$\delta p = \frac{1 - \beta^4}{C^2 \beta^4} \cdot \Delta P,$$

где $\beta = d/D$ – относительный диаметр диафрагмы, C – коэффициент истечения (формула Сталца), ΔP – измеряемый перепад. Коэффициент расширения ε определяется с учётом показателя адиабаты k .

Программа реализована в среде Unity на языке C#. Пользователь выбирает среду, вводит геометрические параметры трубопровода и диафрагмы, расход, давление и температуру. На основе встроенных таблиц теплофизических свойств определяются плотность и вязкость, вычисляется число Рейнольдса, затем коэффициент истечения C и итоговая потеря давления δp . Результат выводится на экран и может быть сохранён.

Разработанное программное средство снижает трудоёмкость инженерных расчётов, исключает ошибки ручного интерполирования и позволяет быстро оценить энергетические потери в системе учёта.

*Е.Е. Смирнова, студ., рук. В.Н. Денисов, д.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЫПЕЧКИ

Современное хлебопекарное производство включает сложные взаимосвязанные процессы, где ключевой этап – выпечка.

Традиционное управление выпечкой опирается на опыт и статические рецептуры, что вызывает колебания качества при изменении свойств сырья или условий среды.

Цифровой двойник – виртуальная динамическая модель пекарской камеры – создаётся на основе знаний о тепло- и массопереносе внутри изделия и интегрируется с датчиками температуры и влажности в печи. Это позволяет в режиме реального времени отслеживать состояние изделий и выявлять зоны неравномерного пропека или пересушки корки[1].

Основное применение двойника – исследование температурных полей и оптимизация режимов выпечки для новых видов продукции. В виртуальной среде определяют оптимальное температурное поле и продолжительность выпечки, исключая дорогостоящие натурные эксперименты. Двойник также даёт возможность проводить «что-если» – анализ для адаптации к изменчивому качеству муки и прогнозировать финальные характеристики продукта (объём, цвет корки, влажность мякиша). На основе прогнозов оператор получает рекомендации по коррекции параметров печи.

Внедрение цифрового двойника повышает стабильность качества и снижает процент брака из-за недо- или перепека. Также увеличивает энергоэффективность за счёт оптимизации тепловых режимов[2].

Таким образом, цифровой двойник процесса выпечки – практический инструмент повышения конкурентоспособности предприятия. Его использование обеспечит экономию ресурсов, снизит затраты на сырьё и энергию и минимизирует человеческий фактор в критически важном процессе.

Библиографический список

1. **Алексеев Д.М.** Оптимизация параметров работы хлебопекарного оборудования с использованием цифровых двойников: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Д.М. Алексеев – Москва, 2023. – 27 с.
2. **Туранский Д.В.** Разработка и внедрение цифровых двойников для оптимизации хлебопекарных линий / Туранский Д.В. // Хлебопечение России. 2024. Т. 68. № 3. С. 134–143.

*В.П. Смирнов, студ., рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ДИАГНОСТИКА ЦЕПИ ТЕРМОСОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТОДОМ УЗЛОВЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ

Точность измерения температуры термометрами сопротивления в АСУТП энергетики зависит от целостности трёхпроводных линий связи. Обрыв или короткое замыкание нарушают компенсацию сопротивления проводов и приводят к недопустимой погрешности.

В работе применён метод узловых потенциалов. Он позволяет описывать все состояния цепи единой системой уравнений, число которых равно числу узлов и не меняется при неисправностях. Обрыв моделируется нулевой проводимостью ветви, короткое замыкание — равенством потенциалов узлов.

Разработана динамическая модель в среде SimInTech. В штатном режиме расхождение с теоретическим расчётом не превышает 0,2%. При коротком замыкании ток через повреждённый резистор возрастает до 1,15 ампера, потенциалы узлов выравниваются, общий ток цепи увеличивается до 1,25 ампера. Эти характерные признаки могут быть использованы для алгоритмов самодиагностики измерительных каналов.

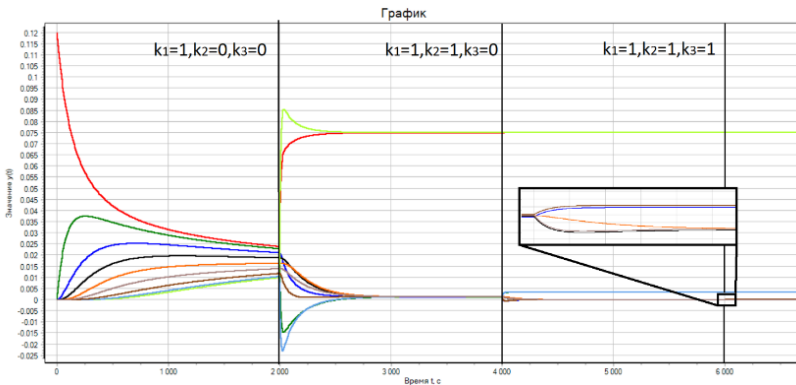


Рисунок 1 – Графики токов при различных КЗ

Библиографический список

1. Осипов Ю.М., Борисов П.А. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ. Учебное пособие по курсам электротехники и ТОЭ. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 120 с.

*Д.А. Смирнов, студ.; рук. А.В. Голубев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ИССЛЕДОВАНИЕ САУ РАЗРЕЖЕНИЕМ В ТОПКЕ ПРЯМОТОЧНОГО КОТЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧАСТОТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Тягодутьевые механизмы потребляют около 60% электроэнергии собственных нужд, целью данной работы является уменьшение количества их включений, для экономии электроэнергии и улучшение качества регулирования, с помощью динамического изменения времени хода этих механизмов.

Схема реализации представляет собой преобразование сигнала ошибки регулирования – чем меньше ошибка, тем большее значение времени хода исполнительного механизма получается на выходе. Результатом работы стала система, лучше реагирующая на подаваемые ей возмущения с меньшим количеством включений исполнительного механизма (рис. 1, рис.2)

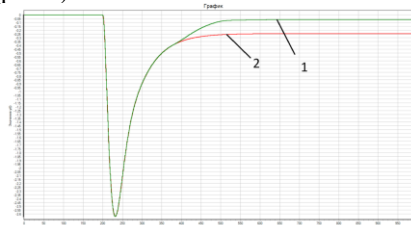


Рисунок 1 – Переходные процессы системы при внутреннем возмущении 10% с частотным преобразователем (1) и без него (2)

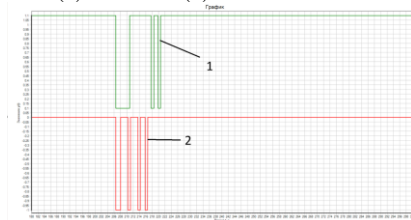


Рисунок 2 – Включения исполнительного механизма при возмущении 10% с частотным преобразователем (1) и без него (2)

Библиографический список

1. Оптимизация и исследование САУ газовоздушного тракта котла с использованием ЧРП / В.В. Видяев, А.В. Голубев // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии: {XXI Бенардосовские чтения}: материалы межд. науч.-техн. конф., 2-4 июня 2021 г., г. Иваново. — Иваново: ФГБОУВО "Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина".— 2021.— Т.2. – С.21 – 24

*Д.А. Смирнов, студ.; рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПИТАНИЕМ БАРАБАННОГО КОТЛА НА БАЗЕ ПТК «СУРА»

Надежная и эффективная работа барабанного котла напрямую зависит от стабильности его основного процесса – генерации пара заданных параметров. Одним из критических аспектов эксплуатации этих устройств является организация системы питания.

Данная работа посвящена разработке системы управления питанием парового котла БЭМ-25/3,9-440 ГМ цеха №12 АО «РНПК». Основная цель – автоматическое поддержание уровня воды в верхнем барабане котла путём воздействия на регулирующий клапан питательной воды с использованием программно-технического комплекса «СУРА».

В работе проведён анализ системы питания парового котла БЭМ-25/3,9-440ГМ и разработаны технические требования на тепловой контроль, сигнализацию и защиты при регулировании уровня воды в верхнем барабане. Разработана система, базирующаяся на математической модели барабанного котла, учитывающей уравнения материального и теплового баланса. На основе сформированного технического задания выполнено проектирование компоновки контроллеров в программно-техническом комплексе «СУРА» с распределением сигналов по модулям УСО. Разработаны алгоритмические схемы дистанционного управления исполнительными устройствами (клапаны, задвижки, двигатели), технологической сигнализации с настройкой аварийных и предупредительных уставок, ввода и первичной обработки аналоговых и дискретных сигналов, а также алгоритма технологической защиты, реализующего аварийную остановку котла.

Создан операторский интерфейс в приложении «Контур» ПТК «СУРА», включающий мнемосхемы с визуализацией технологического процесса, индикацией параметров, сигнализаций и защит. Разработанная система обеспечивает своевременное предупреждение и предотвращение аварийных ситуаций, а также удобное дистанционное управление оборудованием котельной установки.

Библиографический список

1. АО «Элара» руководство пользователя «Комплексы программно-технические «СУРА», Краткая инструкция по проектированию» № АДИГ.421457.005 РП2, версия 2.2, 2023. – 332 с.
2. Производственная инструкция АО «РНПК» по эксплуатации парового котла БЭМ-25/3,9-440 ГМ на участке по эксплуатации котельной цеха №12 энергопроизводства, № П2-05.02-22-21-ПИ/78, версия 10 – Рязань, 2023 год – 72 с.

*М.А. Смирнов, студ.; рук. Е.Д. Маршалов, к.т.н, доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ НА БАЗЕ ОДНОПЛАТНОГО МИКРОКОМПЬЮТЕРА RASPBERRY PI 5 И ФРЕЙМВОРКА ULTRALITYCS

Развитие Интернета вещей и роботизированных систем требует переноса сложных алгоритмов непосредственно на периферийные (edge) устройства. В данной работе представлено решение задачи обнаружения объектов в реальном времени на базе новейшей программно-аппаратной связки: одноплатного компьютера Raspberry Pi 5 [1], библиотеки захвата видео Picamera2 и модели YOLO26, интегрированной через платформу Ultralytics [2].

Основой стенда является Raspberry Pi 5 (ARM Cortex-A76), обеспечивающий кратный прирост скорости обработки видеоданных по сравнению с предшественниками. Для захвата кадров используется CSI-камера с Camera V2 [3], который базируется на современном стеке libcamera и гарантирует низкоуровневый контроль параметров съемки с минимальной задержкой.

В качестве алгоритмического ядра используется модель Ultralytics YOLO26. Данная версия представляет собой новейшую эволюцию в серии YOLO-детекторов, разработанную специально для периферийных и маломощных устройств. В отличие от моделей-предшественников, архитектура YOLO26 обеспечивает прирост скорости инференса на CPU до 43%.

Интеграция модели осуществлена с использованием Ultralytics – ведущей платформы для обучения, валидации и экспорта моделей компьютерного зрения. Платформа предоставляет унифицированный Python API (ultralytics), который берет на себя автоматическую загрузку нужных библиотек и фреймворков, предобработку входных данных и рендеринг результатов, что критически сокращает время и позволяет сфокусироваться на прикладной задаче.

Библиографический список

1. Raspberry Pi 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-5/> (дата обращения: 17.04.2026)
2. Ultralytics-Revolutionizing the World of Computer Vision [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ultralytics.com/> (дата обращения: 18.04.2026)
3. Raspberry Pi Camera Module 2 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.raspberrypi.com/products/camera-module-v2/> (дата обращения: 17.04.2026)

Д.А. Соловьев, студ.; рук. И.К. Муравьев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО НЕЙРОННОГО РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ОСТРОГО ПАРА

Управление критическими параметрами пара в турбоагрегатах является сложной задачей из-за нестационарности процессов и внешних возмущений. Традиционные ПИ-регуляторы не всегда обеспечивают требуемое качество регулирования в различных режимах работы установки. Применение нейронных сетей позволяет создать адаптивный регулятор, который подстраивается под текущие условия работы.

В данной работе разработана структура адаптивного нейронного регулятора на основе многослойного перцептрона с алгоритмом обратного распространения ошибки. Регулятор использует информацию об отклонении параметров пара от заданных значений и их производных. Проведено компьютерное моделирование в среде SimInTech, которое показало улучшение динамических характеристик по сравнению с классическим ПИ-регулятором: сокращена длительность переходного процесса и снижено перерегулирование в нестационарном режиме работы модели турбоагрегата.

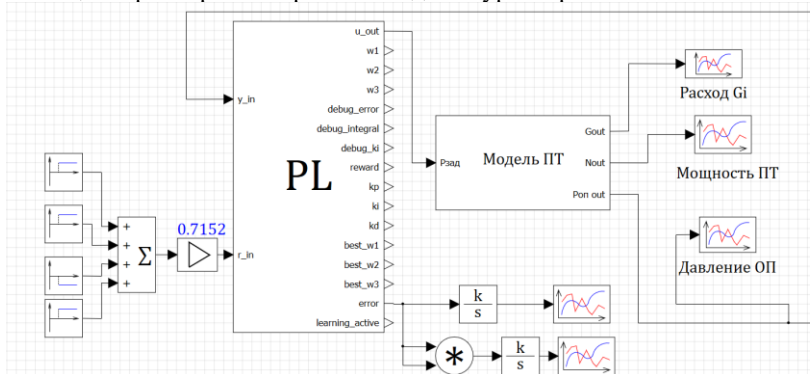


Рис. 1 – Имитационная модель паровой турбины с внедренным адаптивным регулятором

На рис. 1 представлена схема разработанного регулятора. Входными сигналами являются задание (уставка) и текущее значение параметра (давление острого пара). Нейронная сеть с одним скрытым слоем вычисляет управляющее воздействие на исполнительный механизм – регулирующий клапан подачи пара в ЦВД. Веса сети адаптируются в реальном времени по методу градиентного спуска для минимизации ошибки регулирования.

*Н.А. Софронов, студ.; рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОМ-УТИЛИЗАТОРОМ НА БАЗЕ ПТК «СУРА»

Данный проект посвящен созданию автоматизированной системы управления технологическим процессом для котла-утилизатора №1 установки производства и восстановления серной кислоты Рязанского НПЗ. Основная цель — автоматизация контроля температуры технологического газа, обеспечение полного сжигания H_2S и минимизация вредных выбросов с использованием отечественного программно-технического комплекса (ПТК) «СУРА».

Разработанная система базируется на математической модели котла-утилизатора, учитывающей уравнения материального и теплового баланса, а также процессы горения многокомпонентного топлива. Модель реализована в среде динамического моделирования ПТК «СУРА», что позволило провести испытания и подтвердить адекватность поведения системы при различных режимах работы. В ходе испытаний подтверждена необходимость корректировки расхода воздуха через уравнения химических реакций для обеспечения адекватной работы модели при возмущениях.

Практическая реализация системы управления выполнена средствами ПТК «СУРА». Разработка включала:

- создание и настройку проекта в приложении «Базис» с заполнением базы данных технологических объектов;
- реализацию имитационной модели котла-утилизатора в приложении «Полис» с распределением подзадач по расчету состава газов, массовых расходов и законов сохранения энергии;
- настройку устройств ввода-вывода и модулей УСО с распределением сигналов и режимов работы каналов;
- разработку операторского интерфейса в приложении «Контур» (мнемосхемы «Камера сжигания сероводорода» и «Блок управления горелками»);
- реализацию алгоритмических схем дистанционного управления, технологической сигнализации и технологических защит.

Библиографический список

1. АО «Элара» руководство пользователя «Комплексы программно-технические «СУРА», Краткая инструкция по проектированию» № АДИГ.421457.005 РП2, версия 2.2, 2023. – 332 с.

*А.Р. Тюрин, студ., А.В. Голубев, к.т.н., доц.,
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ГИБРИДНЫЙ USB-ТОКЕН НА БАЗЕ ESP32 КАК СРЕДСТВО ЗАЩИТЫ ПО АСУТП

Современные промышленные системы (АСУТП) предъявляют повышенные требования к безопасности и надежности [1], но часто работают в legacy-инфраструктуре. Стандартные программные средства защиты (ПО) уязвимы для атак на уровне ОС [2], а большинство промышленных контроллеров избыточны для задач криптографической аутентификации и локального предиктивного управления. Применение гибридного устройства на базе ESP32 в форм-факторе USB позволяет совместить функции аппаратного токена и периферийного интеллектуального контроллера.

Использование микроконтроллера ESP32-S3 обеспечивает двухъядерную архитектуру, аппаратную криптографию и форм-фактор USB. В отличие от классических токенов (RuToken, eToken), предложенное решение реализует концепцию «умного ключа».

Применение ESP32 снижает стоимость внедрения на 70–80% по сравнению с промышленными ПЛК начального уровня, выполняющими только функции защиты. Малое энергопотребление (активный режим < 160 мА) и функция Plug&Play позволяет реализовать технологии «горячей замены» (hot-swap) без остановки ПО и технологического процесса. Открытость цепочки поставок снижает риски импортозависимости в критической инфраструктуре.

Трансформация аппаратно-программного токена из пассивного носителя ключей в активное устройство на базе ESP32 позволяет создать унифицированную точку безопасности и автоматизации. Предложенный подход обеспечивает:

- 1) аппаратную защиту криптографических ключей (Root of Trust);
- 2) децентрализацию алгоритмов управления на нижнем уровне (Edge Computing).

Библиографический список

1. **Федеральный закон** "О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации" от 26.07.2017 N 187-ФЗ [Электронный ресурс]. URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220885/ (дата обращения: 30.03.2026)
2. **Обзор российского законодательства по защите критической информационной инфраструктуры** [Электронный ресурс]. URL:<https://habr.com/ru/articles/477812/> (дата обращения: 30.03.2026)

С.Д. Фомичев, студ.; рук. И.К. Муравьев., к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ УЧЕТА ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ ВОДЫ ДЛЯ КОМПЕНСАТОРА ДАВЛЕНИЯ АЭС

Компенсатор давления является важнейшим элементом первого контура реакторной установки АЭС, предназначенным для создания и поддержания давления в заданном диапазоне. Одной из ключевых проблем при эксплуатации компенсатора давления остаётся точное измерение уровня воды, поскольку показания уровнемеров существенно искажаются из-за термического расширения теплоносителя. Изменение температуры и давления приводит к колебаниям плотности воды, что без соответствующей коррекции может вызывать некорректную работу системы управления.

```

1  INPUT
  T: double;    { Температура, °C }

--
OUTPUT
Density: double;  { Плотность, кг/м³ }

--
VAR i: integer;
VAR T1: double;
VAR T2: double;
10 VAR R1: double;
   VAR R2: double;

13 | CONST
   { Таблица температур с шагом 1°C }
   TempTable = [280.0, 281.0, 282.0, 283.0, 284.0, 285.0, 286.0, 287.0, 288.0, 289.0, 290.0, 291.0, 292.0, 293.0, 294.0, 295.0, 296.0, 297.0, 298.0, 299.0, 300.0, 301.0, 302.0, 303.0, 304.0, 305.0, 306.0, 307.0, 308.0, 309.0, 310.0, 311.0, 312.0, 313.0, 314.0, 315.0, 316.0, 317.0, 318.0, 319.0, 320.0]
   { Таблица плотностей, кг/м³ }
   DensTable = [755.2, 752.9, 750.7, 748.4, 746.1, 743.8, 741.5, 739.2, 736.9, 734.6, 732.3, 730.0, 727.7, 725.4, 723.1, 720.8, 718.5, 716.2, 713.9, 711.6, 709.3, 707.0, 704.7, 702.4, 700.1, 697.8, 695.5, 693.2, 690.9, 688.6, 686.3, 684.0, 681.7, 679.4, 677.1, 674.8, 672.5, 670.2, 667.9, 665.6, 663.3, 661.0, 658.7, 656.4, 654.1, 651.8, 649.5, 647.2, 644.9, 642.6, 640.3, 638.0, 635.7, 633.4, 631.1, 628.8, 626.5, 624.2, 621.9, 619.6, 617.3, 615.0, 612.7, 610.4, 608.1, 605.8, 603.5, 601.2, 598.9, 596.6, 594.3, 592.0, 589.7, 587.4, 585.1, 582.8, 580.5, 578.2, 575.9, 573.6, 571.3, 569.0, 566.7, 564.4, 562.1, 559.8, 557.5, 555.2, 552.9, 550.6, 548.3, 546.0, 543.7, 541.4, 539.1, 536.8, 534.5, 532.2, 529.9, 527.6, 525.3, 523.0, 520.7, 518.4, 516.1, 513.8, 511.5, 509.2, 506.9, 504.6, 502.3, 500.0, 497.7, 495.4, 493.1, 490.8, 488.5, 486.2, 483.9, 481.6, 479.3, 477.0, 474.7, 472.4, 470.1, 467.8, 465.5, 463.2, 460.9, 458.6, 456.3, 454.0, 451.7, 449.4, 447.1, 444.8, 442.5, 440.2, 437.9, 435.6, 433.3, 431.0, 428.7, 426.4, 424.1, 421.8, 419.5, 417.2, 414.9, 412.6, 410.3, 408.0, 405.7, 403.4, 401.1, 398.8, 396.5, 394.2, 391.9, 389.6, 387.3, 385.0, 382.7, 380.4, 378.1, 375.8, 373.5, 371.2, 368.9, 366.6, 364.3, 362.0, 359.7, 357.4, 355.1, 352.8, 350.5, 348.2, 345.9, 343.6, 341.3, 339.0, 336.7, 334.4, 332.1, 329.8, 327.5, 325.2, 322.9, 320.6, 318.3, 316.0, 313.7, 311.4, 309.1, 306.8, 304.5, 302.2, 299.9, 297.6, 295.3, 293.0, 290.7, 288.4, 286.1, 283.8, 281.5, 279.2, 276.9, 274.6, 272.3, 270.0, 267.7, 265.4, 263.1, 260.8, 258.5, 256.2, 253.9, 251.6, 249.3, 247.0, 244.7, 242.4, 240.1, 237.8, 235.5, 233.2, 230.9, 228.6, 226.3, 224.0, 221.7, 219.4, 217.1, 214.8, 212.5, 210.2, 207.9, 205.6, 203.3, 201.0, 198.7, 196.4, 194.1, 191.8, 189.5, 187.2, 184.9, 182.6, 180.3, 178.0, 175.7, 173.4, 171.1, 168.8, 166.5, 164.2, 161.9, 159.6, 157.3, 155.0, 152.7, 150.4, 148.1, 145.8, 143.5, 141.2, 138.9, 136.6, 134.3, 132.0, 129.7, 127.4, 125.1, 122.8, 120.5, 118.2, 115.9, 113.6, 111.3, 109.0, 106.7, 104.4, 102.1, 99.8, 97.5, 95.2, 92.9, 90.6, 88.3, 86.0, 83.7, 81.4, 79.1, 76.8, 74.5, 72.2, 69.9, 67.6, 65.3, 63.0, 60.7, 58.4, 56.1, 53.8, 51.5, 49.2, 46.9, 44.6, 42.3, 40.0, 37.7, 35.4, 33.1, 30.8, 28.5, 26.2, 23.9, 21.6, 19.3, 17.0, 14.7, 12.4, 10.1, 7.8, 5.5, 3.2, 0.9, -1.4, -3.7, -6.0, -8.3, -10.6, -12.9, -15.2, -17.5, -19.8, -22.1, -24.4, -26.7, -29.0, -31.3, -33.6, -35.9, -38.2, -40.5, -42.8, -45.1, -47.4, -49.7, -52.0, -54.3, -56.6, -58.9, -61.2, -63.5, -65.8, -68.1, -70.4, -72.7, -75.0, -77.3, -79.6, -81.9, -84.2, -86.5, -88.8, -91.1, -93.4, -95.7, -98.0, -100.3, -102.6, -104.9, -107.2, -109.5, -111.8, -114.1, -116.4, -118.7, -121.0, -123.3, -125.6, -127.9, -130.2, -132.5, -134.8, -137.1, -139.4, -141.7, -144.0, -146.3, -148.6, -150.9, -153.2, -155.5, -157.8, -160.1, -162.4, -164.7, -167.0, -169.3, -171.6, -173.9, -176.2, -178.5, -180.8, -183.1, -185.4, -187.7, -190.0, -192.3, -194.6, -196.9, -199.2, -201.5, -203.8, -206.1, -208.4, -210.7, -213.0, -215.3, -217.6, -219.9, -222.2, -224.5, -226.8, -229.1, -231.4, -233.7, -236.0, -238.3, -240.6, -242.9, -245.2, -247.5, -249.8, -252.1, -254.4, -256.7, -259.0, -261.3, -263.6, -265.9, -268.2, -270.5, -272.8, -275.1, -277.4, -279.7, -282.0, -284.3, -286.6, -288.9, -291.2, -293.5, -295.8, -298.1, -300.4, -302.7, -305.0, -307.3, -309.6, -311.9, -314.2, -316.5, -318.8, -321.1, -323.4, -325.7, -328.0, -330.3, -332.6, -334.9, -337.2, -339.5, -341.8, -344.1, -346.4, -348.7, -351.0, -353.3, -355.6, -357.9, -360.2, -362.5, -364.8, -367.1, -369.4, -371.7, -374.0, -376.3, -378.6, -380.9, -383.2, -385.5, -387.8, -390.1, -392.4, -394.7, -397.0, -399.3, -401.6, -403.9, -406.2, -408.5, -410.8, -413.1, -415.4, -417.7, -420.0, -422.3, -424.6, -426.9, -429.2, -431.5, -433.8, -436.1, -438.4, -440.7, -443.0, -445.3, -447.6, -449.9, -452.2, -454.5, -456.8, -459.1, -461.4, -463.7, -466.0, -468.3, -470.6, -472.9, -475.2, -477.5, -479.8, -482.1, -484.4, -486.7, -489.0, -491.3, -493.6, -495.9, -498.2, -500.5, -502.8, -505.1, -507.4, -509.7, -512.0, -514.3, -516.6, -518.9, -521.2, -523.5, -525.8, -528.1, -530.4, -532.7, -535.0, -537.3, -539.6, -541.9, -544.2, -546.5, -548.8, -551.1, -553.4, -555.7, -558.0, -560.3, -562.6, -564.9, -567.2, -569.5, -571.8, -574.1, -576.4, -578.7, -581.0, -583.3, -585.6, -587.9, -590.2, -592.5, -594.8, -597.1, -599.4, -601.7, -604.0, -606.3, -608.6, -610.9, -613.2, -615.5, -617.8, -620.1, -622.4, -624.7, -627.0, -629.3, -631.6, -633.9, -636.2, -638.5, -640.8, -643.1, -645.4, -647.7, -650.0, -652.3, -654.6, -656.9, -659.2, -661.5, -663.8, -666.1, -668.4, -670.7, -673.0, -675.3, -677.6, -679.9, -682.2, -684.5, -686.8, -689.1, -691.4, -693.7, -696.0, -698.3, -700.6, -702.9, -705.2, -707.5, -709.8, -712.1, -714.4, -716.7, -719.0, -721.3, -723.6, -725.9, -728.2, -730.5, -732.8, -735.1, -737.4, -739.7, -742.0, -744.3, -746.6, -748.9, -751.2, -753.5, -755.8, -758.1, -760.4, -762.7, -765.0, -767.3, -769.6, -771.9, -774.2, -776.5, -778.8, -781.1, -783.4, -785.7, -788.0, -790.3, -792.6, -794.9, -797.2, -799.5, -801.8, -804.1, -806.4, -808.7, -811.0, -813.3, -815.6, -817.9, -820.2, -822.5, -824.8, -827.1, -829.4, -831.7, -834.0, -836.3, -838.6, -840.9, -843.2, -845.5, -847.8, -850.1, -852.4, -854.7, -857.0, -859.3, -861.6, -863.9, -866.2, -868.5, -870.8, -873.1, -875.4, -877.7, -880.0, -882.3, -884.6, -886.9, -889.2, -891.5, -893.8, -896.1, -898.4, -900.7, -903.0, -905.3, -907.6, -909.9, -912.2, -914.5, -916.8, -919.1, -921.4, -923.7, -926.0, -928.3, -930.6, -932.9, -935.2, -937.5, -939.8, -942.1, -944.4, -946.7, -949.0, -951.3, -953.6, -955.9, -958.2, -960.5, -962.8, -965.1, -967.4, -969.7, -972.0, -974.3, -976.6, -978.9, -981.2, -983.5, -985.8, -988.1, -990.4, -992.7, -995.0, -997.3, -999.6, -1001.9, -1004.2, -1006.5, -1008.8, -1011.1, -1013.4, -1015.7, -1018.0, -1020.3, -1022.6, -1024.9, -1027.2, -1029.5, -1031.8, -1034.1, -1036.4, -1038.7, -1041.0, -1043.3, -1045.6, -1047.9, -1050.2, -1052.5, -1054.8, -1057.1, -1059.4, -1061.7, -1064.0, -1066.3, -1068.6, -1070.9, -1073.2, -1075.5, -1077.8, -1080.1, -1082.4, -1084.7, -1087.0, -1089.3, -1091.6, -1093.9, -1096.2, -1098.5, -1100.8, -1103.1, -1105.4, -1107.7, -1110.0, -1112.3, -1114.6, -1116.9, -1119.2, -1121.5, -1123.8, -1126.1, -1128.4, -1130.7, -1133.0, -1135.3, -1137.6, -1139.9, -1142.2, -1144.5, -1146.8, -1149.1, -1151.4, -1153.7, -1156.0, -1158.3, -1160.6, -1162.9, -1165.2, -1167.5, -1169.8, -1172.1, -1174.4, -1176.7, -1179.0, -1181.3, -1183.6, -1185.9, -1188.2, -1190.5, -1192.8, -1195.1, -1197.4, -1199.7, -1202.0, -1204.3, -1206.6, -1208.9, -1211.2, -1213.5, -1215.8, -1218.1, -1220.4, -1222.7, -1225.0, -1227.3, -1229.6, -1231.9, -1234.2, -1236.5, -1238.8, -1241.1, -1243.4, -1245.7, -1248.0, -1250.3, -1252.6, -1254.9, -1257.2, -1259.5, -1261.8, -1264.1, -1266.4, -1268.7, -1271.0, -1273.3, -1275.6, -1277.9, -1280.2, -1282.5, -1284.8, -1287.1, -1289.4, -1291.7, -1294.0, -1296.3, -1298.6, -1300.9, -1303.2, -1305.5, -1307.8, -1310.1, -1312.4, -1314.7, -1317.0, -1319.3, -1321.6, -1323.9, -1326.2, -1328.5, -1330.8, -1333.1, -1335.4, -1337.7, -1340.0, -1342.3, -1344.6, -1346.9, -1349.2, -1351.5, -1353.8, -1356.1, -1358.4, -1360.7, -1363.0, -1365.3, -1367.6, -1369.9, -1372.2, -1374.5, -1376.8, -1379.1, -1381.4, -1383.7, -1386.0, -1388.3, -1390.6, -1392.9, -1395.2, -1397.5, -1399.8, -1402.1, -1404.4, -1406.7, -1409.0, -1411.3, -1413.6, -1415.9, -1418.2, -1420.5, -1422.8, -1425.1, -1427.4, -1429.7, -1432.0, -1434.3, -1436.6, -1438.9, -1441.2, -1443.5, -1445.8, -1448.1, -1450.4, -1452.7, -1455.0, -1457.3, -1459.6, -1461.9, -1464.2, -1466.5, -1468.8, -1471.1, -1473.4, -1475.7, -1478.0, -1480.3, -1482.6, -1484.9, -1487.2, -1489.5, -1491.8, -1494.1, -1496.4, -1498.7, -1501.0, -1503.3, -1505.6, -1507.9, -1510.2, -1512.5, -1514.8, -1517.1, -1519.4, -1521.7, -1524.0, -1526.3, -1528.6, -1530.9, -1533.2, -1535.5, -1537.8, -1540.1, -1542.4, -1544.7, -1547.0, -1549.3, -1551.6, -1553.9, -1556.2, -1558.5, -1560.8, -1563.1, -1565.4, -1567.7, -1570.0, -1572.3, -1574.6, -1576.9, -1579.2, -1581.5, -1583.8, -1586.1, -1588.4, -1590.7, -1593.0, -1595.3, -1597.6, -1599.9, -1602.2, -1604.5, -1606.8, -1609.1, -1611.4, -1613.7, -1616.0, -1618.3, -1620.6, -1622.9, -1625.2, -1627.5, -1629.8, -1632.1, -1634.4, -1636.7, -1639.0, -1641.3, -1643.6, -1645.9, -1648.2, -1650.5, -1652.8, -1655.1, -1657.4, -1659.7, -1662.0, -1664.3, -1666.6, -1668.9, -1671.2, -1673.5, -1675.8, -1678.1, -1680.4, -1682.7, -1685.0, -1687.3, -1689.6, -1691.9, -1694.2, -1696.5, -1698.8, -1701.1, -1703.4, -1705.7, -1708.0, -1710.3, -1712.6, -1714.9, -1717.2, -1719.5, -1721.8, -1724.1, -1726.4, -1728.7, -1731.0, -1733.3, -1735.6, -1737.9, -1740.2, -1742.5, -1744.8, -1747.1, -1749.4, -1751.7, -1754.0, -1756.3, -1758.6, -1760.9, -1763.2, -1765.5, -1767.8, -1770.1, -1772.4, -1774.7, -1777.0, -1779.3, -1781.6, -1783.9, -1786.2, -1788.5, -1790.8, -1793.1, -1795.4, -1797.7, -1799.9, -1802.2, -1804.5, -1806.8, -1809.1, -1811.4, -1813.7, -1816.0, -1818.3, -1820.6, -1822.9, -1825.2, -1827.5, -1829.8, -1832.1, -1834.4, -1836.7, -1839.0, -1841.3, -1843.6, -1845.9, -1848.2, -1850.5, -1852.8, -1855.1, -1857.4, -1859.7, -1862.0, -1864.3, -1866.6, -1868.9, -1871.2, -1873.5, -1875.8, -1878.1, -1880.4, -1882.7, -1885.0, -1887.3, -1889.6, -1891.9, -1894.2, -1896.5, -1898.8, -1901.1, -1903.4, -1905.7, -1908.0, -1910.3, -1912.6, -1914.9, -1917.2, -1919.5, -1921.8, -1924.1, -1926.4, -1928.7, -1931.0, -1933.3, -1935.6, -1937.9, -1940.2, -1942.5, -1944.8, -1947.1, -1949.4, -1951.7, -1954.0, -1956.3, -1958.6, -1960.9, -1963.2, -1965.5, -1967.8, -1970.1, -1972.4, -1974.7, -1977.0, -1979.3, -1981.6, -1983.9, -1986.2, -1988.5, -1990.8, -1993.1, -1995.4, -1997.7, -1999.9, -2002.2, -2004.5, -2006.8, -2009.1, -2011.4, -2013.7, -2016.0, -2018.3, -2020.6, -2022.9, -2025.2, -2027.5, -2029.8, -2032.1, -2034.4, -2036.7, -2039.0, -2041.3, -2043.6, -2045.9, -2048.2, -2050.5, -2052.8, -2055.1, -2057.4, -2059.7, -2062.0, -2064.3, -2066.6, -2068.9, -2071.2, -2073.5, -2075.8, -2078.1, -2080.4, -2082.7, -2085.0, -2087.3, -2089.6, -2091.9, -2094.2, -2096.5, -2098.8, -2101.1, -2103.4, -2105.7, -2108.0, -2110.3, -2112.6, -2114.9, -2117.2, -2119.5, -2121.8, -2124.1, -2126.4, -2128.7, -2131.0, -2133.3, -2135.6, -2137.9, -2140.2, -2142.5, -2144.8, -2147.1, -2149.4, -2151.7, -2154.0, -2156.3, -2158.6, -2160.9, -2163.2, -2165.5, -2167.8, -2170.1, -2172.4, -2174.7, -2177.0, -2179.3, -2181.6, -2183.9, -2186.2, -2188.5, -2190.8, -2193.1, -2195.4, -2197.7, -2199.9, -2202.2, -2204.5, -2206.8, -2209.1, -2211.4, -2213.7, -2216.0, -2218.3, -2220.6, -2222.9, -2225.2, -2227.5, -2229.8, -2232.1, -2234.4, -2236.7, -2239.0, -2241.3, -2243.6, -2245.9, -2248.2, -2250.5, -2252.8, -2255.1, -2257.4, -2259.7, -2262.0, -2264.3, -2266.6, -2268.9, -2271.2, -2273.5, -2275.8, -2278.1, -2280.4, -2282.7, -2285.0, -2287.3, -2289.6, -2291.9, -2294.2, -2296.5, -2298.8, -2301.1, -2303.4, -2305.7, -2308.0, -2310.3, -2312.6, -2314.9, -2317.2, -2319.5, -2321.8, -2324.1, -2326.4, -2328.7, -2331.0, -2333.3, -2335.6, -2337.9, -2340.2, -2342.5, -2344.8, -2347.1, -2349.4, -2351.7, -2354.0, -2356.3, -2358.6, -2360.9, -2363.2, -2365.5, -2367.8, -2370.1, -2372.4, -2374.7, -2377.0, -2379.3, -2381.6, -2383.9, -2386.2, -2388.5, -2390.8, -2393.1, -2395.4, -2397.7, -2399.9, -2402.2, -2404.5, -2406.8, -2409.1, -2411.4, -2413.7, -2416.0, -2418.3, -2420.6, -2422.9, -2425.2, -2427.5, -2429.8, -2432.1, -2434.4, -2436.7, -2439.0, -2441.3, -2443.6, -2445.9, -2448.2, -2450.5, -2452.8, -2455.1, -2457.4, -2459.7, -2462.0, -2464.3, -2466.6, -2468.9, -2471.2, -2473.5, -2475.8, -2478.1, -2480.4, -2482.7, -2485.0, -2487.3, -2489.6, -2491.9, -2494.2, -2496.5, -2498.8, -2501.1, -2503.4, -2505.7, -2508.0, -2510.3, -2512.6, -2514.9, -2517.2, -2519.5, -2521.8, -2524.1, -2526.4, -2528.7, -2531.0, -2533.3, -2535.6, -2537.9, -2540.2, -2542.5, -2544.8, -2547.1, -2549.4, -2551.7, -2554.0, -2556.3, -2558.6, -2560.9, -2563.2, -2565.5, -2567.8, -2570.1, -2572.4, -2574.7, -2577.0, -2579.3, -2581.6, -2583.9, -2586.2, -2588.5, -2590.8, -2593.1, -2595.4, -2597.7, -2599.9, -2602.2, -2604.5, -2606.8, -2609.1, -2611.4, -2613.7, -2616.0, -2618.3, -2620.6, -2622.9, -2625.2, -2627.5, -2629.8, -2632.1, -2634.4, -2636.7, -2639.0, -2641.3, -2643.6, -2645.9, -2648.2, -2650.5, -2652.8, -2655.1, -2657.4, -2659.7, -2662.0, -2664.3, -2666.6, -2668.9, -2671.2, -2673.5, -2675.8, -2678.1, -2680.4, -2682.7, -2685.0, -2687.3, -2689.6, -2691.9, -2694.2, -2696.5, -2698.8, -2701.1, -2703.4, -2705.7, -2708.0, -2710.3, -2712.6, -2714.9, -2717.2, -2719.5, -2721.8, -2724.1, -2726.4, -2728.7, -2731.0, -2733.3, -2735.6, -2737.9, -2740.2, -2742.5, -2744.8, -2747.1, -2749.4, -2751.7, -2754.0, -2756.3, -2758.6, -2760.9, -2763.2, -2765.5, -2767.8, -2770.1, -2772.4, -2774.7, -2777.0, -2779.3, -2781.6, -2783.9, -2786.2, -2788.5, -2790.8, -2793.1, -2795.4, -2797.7, -2799.9, -2802.2, -2804.5, -2806.8, -2809.1, -2811.4, -2813.7, -2816.0, -2818.3, -2820.6, -28
```

*Н.М. Чучман, студ; рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК И ПРЕДИКТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ В УПРАВЛЕНИИ РЕЖИМАМИ ПРОГРЕВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В условиях роста доли маневренных режимов ТЭС качество прогрева оборудования становится важным фактором надежности и экономичности. Частые пуски и ограничения по термическим напряжениям требуют перехода от жестких пусковых графиков к интеллектуальному управлению переходными процессами [2].

В работе предлагается информационная структура управления режимами прогрева, объединяющая сбор и верификацию технологических данных [3], оценку трудноизмеряемых параметров с помощью виртуальных датчиков и оптимизационный расчет управляющих воздействий [2]. Такой подход рассматривает прогрев как многосвязный процесс, в котором совместно учитываются температура металла, давление, расход пара и допустимые напряжения ротора [2].

Научная новизна состоит в использовании предиктивных алгоритмов и цифрового двойника для формирования траектории прогрева с минимизацией времени пуска при соблюдении ресурсных ограничений. Методы управления на базе прогнозирующих моделей, включая их нелинейные модификации учитывают технологические пределы и предотвращают опасные тепловые перегрузки [1, 2].

Практическая ценность подхода определяется возможностью адаптации режимов прогрева к текущему состоянию оборудования [2] и качеству исходных данных [3]. Использование цифрового двойника и методов машинного обучения повышает достоверность оценки теплового состояния и позволяет выявлять аномалии [3]. Реализация такой системы в АСУТП сокращает длительность пуска, снижает термическое повреждение металла, расход топлива и повышает эксплуатационную безопасность энергоблока [1].

Библиографический список

1. **Aurora C. et al.** Predictive control of thermal power plants // Int. J. Robust Nonlinear Control. 2004. Vol. 14. с. 415-433.
2. **Dettori S. et al.** Steam Turbine Rotor Stress Control through Nonlinear Model Predictive Control // Energies. 2021. Vol. 14. Art. 3998., 2-13 с.
3. **Ashraf W.M. et al.** Data-efficient digital twin for turbine heat rate of industrial thermal power plant // Energy. 2026. Vol. 345. Art. 140238., 3 с.

*Н.М. Чучман, студ.; рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТОПОРНОГО КЛАПАНА ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ

Стопорный клапан служит для подачи свежего пара в турбину и его экстренного отсечения в аварийных ситуациях [1]. С учетом протекающих при пуске процессов течения пара и теплообмена [2], для исследования клапана как объекта управления предложена математическая модель с сосредоточенными параметрами.

Для паровой полости уравнение энергетического баланса имеет вид:

$$\frac{d(M_{\text{п}}u_{\text{п}})}{d\tau} = G_{\text{вх}}h_{\text{вх}} - G_{\text{вых}}h_{\text{вых}} - \alpha F(T_{\text{п}} - T_{\text{вн}})$$

Динамика прогрева массивного металла корпуса определяется уравнением теплового баланса [2]:

$$m_{\text{м}}c_{\text{м}}\frac{dT_{\text{м}}}{d\tau} = \alpha F(T_{\text{п}} - T_{\text{вн}}) - Q_{\text{пот}}$$

Учитывая глубокое дросселирование и сжимаемость пара на пусковых режимах, расход пара через проходное сечение клапана $G_{\text{вых}}$ описывается газодинамическим уравнением Сен-Венана–Ванцеля:

$$G_{\text{вых}} = \mu A \sqrt{\frac{2k}{k-1} p_{\text{вх}} p_{\text{вых}} \left[\left(\frac{p_{\text{вых}}}{p_{\text{вх}}} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_{\text{вых}}}{p_{\text{вх}}} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}$$

Для оценки термических напряжений в толстостенном корпусе вводится квазистационарное соотношение теплопроводности Фурье:

$$Q_{\text{ст}} = \frac{\lambda}{\delta} F(T_{\text{вн}} - T_{\text{нар}})$$

Модель с учетом термодинамических свойств пара позволяет анализировать динамику клапана, определять передаточные каналы («давление – расход», «температура пара – металл») и формировать ограничения алгоритма прогрева, создавая основу для синтеза системы управления и защиты турбины.

Библиографический список

1. **Костюк А.Г., Фролов В.В., Булкин А.Е., Трухний А.Д.** Паровые и газовые турбины для электростанций. М.: Издательский дом МЭИ, 2008. 556 с.
2. **Михеев М.А., Михеева И.М.** Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М.: Энергия, 1977. 344 с.

*Д.А. Шинкевич, асп.; рук. И.К. Муравьев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

О ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРА ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ НАГНЕТАТЕЛЕМ

Турбокомпрессор паровоздуховой станции (ПВС) металлургического комбината предназначен для обеспечения дутьём (сжатым воздухом, обогащенным кислородом) фурмы доменной печи (ДП). Его непрерывная и безопасная работа критически важна для стабильной работы технологической цепочки «ПВС – ДП».

Существующие способы регулирования турбокомпрессора [1], изменяющие характеристику сети, энергозатратны либо технически сложны для внедрения на крупногабаритных промышленных установках.

При параллельном подключении двух нагнетателей с различными характеристиками на одного потребителя возникает торможение основного потока в узле смешения (тройнике), что приводит к увеличению давления в воздуховоде. Дополнительный нагнетатель, подавая поток с высоким давлением и малым расходом в боковое ответвление, создает аэродинамический подпор. Это позволяет повысить давление у потребителя без увеличения частоты вращения основного турбокомпрессора, перераспределяя нагрузку между агрегатами.

Промышленные испытания на действующем металлургическом комбинате [2] подтвердили возможность такого регулирования.

Таким образом, предлагаемый способ расширяет возможности регулирования турбокомпрессора, снижает нагрузку на вал турбины и служит основой двухсвязной АСР параметров дутья на базе имитационного моделирования в SimInTech [3].

Библиографический список

1. Проектирование и эксплуатация промышленных центробежных компрессоров / Хисамеев И.Г., Максимов В.А., Баткис Г.С., Гузельбаев Я.З. – Казань: Изд-во «ФЭН», 2010. – 671 с.
2. Исследование режимов работы двух компрессоров с разными характеристиками для обеспечения дутьём доменной печи / Шомов П.А., Краснов О.Г., Кулагин С.М., Шинкевич Д.А., Сурков М.Д. // Промышленная энергетика. – 2026. – № 2. – с. 22-32.
3. Прогнозирование рабочей точки центробежного турбокомпрессора и совершенствование алгоритма АСУТП противопомпажной защиты на основе математического моделирования / Шомов П.А., Шинкевич Д.А., Муравьев И.К., Кулагин С.М., Праньков Д.А. // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2025. – № 4. – с. 12-18.

СЕКЦИЯ 25
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
УПРАВЛЕНИЯ

Председатель –
к.т.н., доцент **Буйлов П.В**

Секретарь –
к.т.н. доцент **Елизарова Н.Н.**

*Е.В. Аверин, студ.; рук. М.Н. Козлов, ст. преп.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА МЕТОДА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО РАНЖИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

В АО «Информатика» распределение задач между разработчиками основано на субъективных оценках руководителя, что приводит к неоптимальным назначениям и срыву сроков. Предложен метод многокритериального ранжирования исполнителей, учитывающий квалификацию (G_j), опыт в типе задач ($E_{j,p}$), прогнозируемую вероятность выполнения в срок ($P_{\text{success},ij}$), скорость (V_j) и актуальную надёжность (H_j), значимость которых подтверждена анализом нормального распределения значений. Веса критериев определены объективно методом CRITIC, что исключает субъективность экспертных оценок. Интегральный рейтинг сотрудника для задачи вычисляется как аддитивная свёртка по формуле 1:

$$S_{ij} = \frac{C_1}{\sum_{l=1}^n C_l} \frac{1}{G_j} + \frac{C_2}{\sum_{l=1}^n C_l} E_{j,p} + \frac{C_3}{\sum_{l=1}^n C_l} P_{\text{success},ij} + \frac{C_4}{\sum_{l=1}^n C_l} V_j + \frac{C_5}{\sum_{l=1}^n C_l} H_j, \quad (1)$$

Прогнозная вероятность рассчитывается через нормальное распределение отклонений исторических сроков, а надёжность – экспоненциальным сглаживанием для учёта последних результатов. Сравнение показателей до и после внедрения метода представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнения показателей до и после внедрения метода

Методы	Кол-во задач, невыполненных в срок, %	Средняя длительность выполнения задачи, дней	Число возвратов задач на доработку, %	Эффективность ресурсов, %
До внедрения (ручной способ)	30	5	15	50
После внедрения (автоматизированный способ)	10	3	5	80
Изменение	-20	-2	-10	+30

Предложенный метод обеспечивает объективное и обоснованное распределение задач, существенно повышая эффективность работы.

Библиографический список

1. Диакулаки Д., Мавротас Г. и Папаяннакис Л. (1995). Определение объективных весовых коэффициентов в задачах с несколькими критериями: метод CRITIC. *Computers & Operations Research*, 22, 763–770. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://dx.doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](http://dx.doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H)

*О.Н. Антонова студ.; рук. Н.Н. Елизарова к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНЫМИ РАБОТАМИ СОТРУДНИКОВ КОМПАНИИ

С развитием информационных технологий меняются подходы к управлению персоналом. В ходе анализа деятельности ООО «РТСофт-СГ» было принято решение о разработке ИС «Поддержка процесса управления проектными работами сотрудников» (ИС «ППУС»).

ИС «ППУС» состоит из БД, реализованной на PostgreSQL, и сценария аналитической обработки, выполненного в Loginom. Система обеспечивает руководителя сведениями о деятельности сотрудников и формирует ранжированный список кандидатов на проект. В основе подбора исполнителей лежит метод оценки совместимости задачи и кандидата по компетенциям Д.К. Бейльханова [1]. В ходе исследований была выявлена необходимость дополнительного учёта доступности сотрудника и соблюдения им сроков проектов, представленных на рисунке 1 соответствующими коэффициентами и комплексным приоритетом.

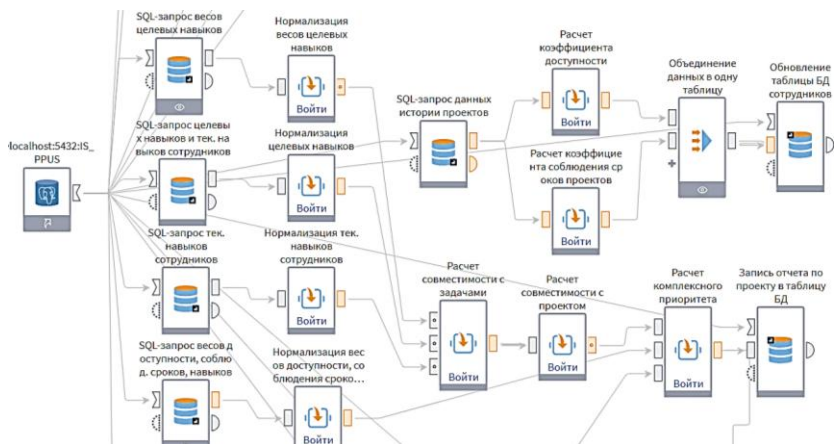


Рисунок 1 – ИС «ППУС» (платформа Loginom)

Библиографический список

1. Бейльханов Д. К. Управление процессом командообразования в сфере ИТ с использованием компетентностного подхода // Ученые записки Санкт-Петербургского университета технологий управления и экономики — 2014. — №2(46). — С. 36-43.

*Д.О. Барашков студ.; рук. А.С. Соколова
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА И АНАЛИТИКИ КЛИЕНТСКИХ ЗАЯВОК

В работе рассмотрены подходы к сбору и анализу клиентских обращений. В условиях цифровизации бизнеса важно эффективно управлять данными о запросах, поступающих через различные каналы. В оптовой торговле значительная часть обращений обрабатывается вручную, что затрудняет их систематизацию и анализ [1].

Анализ существующих решений показал, что учетные системы в основном ориентированы на регистрацию заказов, тогда как этап первичного взаимодействия с клиентом недостаточно автоматизирован, что требует разработки дополнительной системы обработки заявок.

В рамках исследования Определены требования и разработана структура системы, обеспечивающей сбор заявок с веб-сайта, их хранение и обработку. Реализованы редактирование заявок, добавление товарных позиций, контроль статусов и интеграция с учетной системой [2][3].

Разработана аналитическая подсистема, позволяющая анализировать заявки из веб-формы, отслеживать динамику обращений и оценивать эффективность сайта как канала взаимодействия с клиентами.

Внедрение системы повышает структурированность данных о клиентских обращениях и расширяет возможности анализа пользовательской активности

Библиографический список

1. Шарохина Светлана Владимировна, Пудовкина Ольга Евгеньевна Информационно - коммуникационные системы организаций // E-Scio. 2019. №9 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionno-kommunikatsionnye-sistemy-organizatsiy> (дата обращения: 11.03.2026).

2. Елистратов С. А. Способы обмена данными конфигураций платформы «1С Предприятие» // Решетневские чтения. 2016. №20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-obmena-dannymi-konfiguratsiy-platformy-1s-predpriyatie> (дата обращения: 11.03.2026).

3. Гвоздева, Т. В. Проектирование информационных систем: технология автоматизированного проектирования: лабораторный практикум / ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина». – Иваново, 2015. – 136 с. – ISBN 978-5-7269-0825-4. (дата обращения: 11.03.2026).

*Е.В. Болонин, студ.; рук. Е.Р. Пантелеев, д.т.н., проф.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИИ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ВЕРИФИКАЦИИ ДАННЫХ ФИНАНСОВЫХ ДОКУМЕНТОВ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ

Развитие систем оптического распознавания (OCR) требует внедрения надежных методов валидации данных. Существующие конвейеры извлечения информации (например, на базе PaddleOCR) успешно оцифровывают текст чеков, но не выявляют смысловые аномалии. В статье предлагается применение предметной OWL-онтологии в качестве семантического фильтра для автоматического поиска ошибок в распознанной информации в рамках нейросимволического подхода.

Разработанная модель формализует структуру документов, товарных категорий и правил налогообложения. Декларативное описание ограничений позволяет переложить задачи кросс-проверки на машину логического вывода [1]. Практическим результатом стала интеграция базы знаний со средой SWI-Prolog и реализация веб-сервера семантического контроля. Скрипт транслирует OWL-ограничения в RDF-запросы для динамической валидации данных.

Реализованный комплекс эффективно решает задачи поиска аномалий:

1. Блокировка налоговых коллизий: Онтология работает как валидатор поверх конвейера данных. При неверном распознавании (например, завышенного НДС на социальный товар) анализатор автоматически выявит ошибку и отклонит транзакцию.

2. Детектирование ценовых аномалий: Логические ограничения позволяют находить критические отклонения – например, аномально высокие цены на базовые продукты питания, отсеивая сбои OCR-модуля.

3. Микросервисная архитектура: База знаний может функционировать как изолированный REST API-микросервис в составе клиент-серверных приложений, гарантируя надежную верификацию на стороне бэкенда.

Архитектура обладает высокой гибкостью: внедрение новых правил поиска ошибок сводится к корректировке онтологических аксиом без перекомпиляции серверного ПО.

Библиографический список

1. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.

*Е.С. Видакова, студ.; рук. П.В. Буйлов, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ КАНДИДАТОВ НА ОСНОВЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Оценка кандидатов при подборе персонала на промышленных предприятиях, как правило, основана на субъективных суждениях интервьюера и разрозненных инструментах, что снижает воспроизводимость результатов и увеличивает сроки закрытия вакансий. Существующие ATS-системы (Talantix, Hurma) автоматизируют документооборот, но не обеспечивают единого количественного критерия соответствия кандидата вакансии; зарубежные AI-платформы (HireVue) несовместимы с требованиями Федерального закона № 152-ФЗ [1].

В рамках работы разработана информационная система «ИСТОК» и лежащая в её основе многоуровневая математическая модель оценки. Кандидат проходит три этапа: онлайн-анкетирование, видеособеседование с AI-анализом поведенческих паттернов и практическое задание [2]. Первичные баллы нормализуются и агрегируются в итоговую оценку по каждой компетенции K_j :

$$S_j = \sum_m D_j(m) \cdot B_j(m), \sum_m D_j(m) = 1, \quad (1)$$

где $D_j(m)$ – вектор достоверности источника m , $B_j(m)$ – взвешенное среднее нормализованных баллов. Интегральный показатель соответствия (ИПС) кандидата вакансии:

$$I = \sum_j S_j \cdot W_j, W_j = (1/\sigma_j) / \sum_k (1/\sigma_k), \quad (2)$$

где W_j – вес компетенции, автоматически рассчитываемый по историческим данным об успешных сотрудниках: компетенции с малым разбросом σ_j признаются критичными и получают больший вес. Рекомендации по смежным вакансиям формируются через косинусное сходство профилей: $\cos(S, V_j) = S \cdot V_j / (\|S\| \cdot \|V_j\|)$.

Модель обеспечивает объективную, стандартизованную и воспроизводимую оценку кандидатов на основе трёх независимых источников данных с автоматически рассчитанными весами компетенций, что принципиально отличает её от существующих решений и исключает влияние субъективного фактора.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 27.07.2006 №152-ФЗ «О персональных данных» // Собрание законодательства РФ. – 2006. – № 31 (ч. I). – Ст. 3424.
2. Алаева, Е. А. Матрица компетенции / Е. А. Алаева // Вестник науки и образования. – 2019. – № 22-3(76). – С. 9-11. – EDN LMOXJO.

*Д.С. Воробчиков, студ.; к.т.н. доцент П.В. Буйлов
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА МЕТОДА АНАЛИЗА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИСТОРИЙ

При реализации деятельности у компании ООО «Кодерлайн Проекты» возникает потребность в улучшении технического задания на разработку системы. Данная потребность возникает в связи с неудовлетворением пользовательских ожиданий результирующим продуктом. На текущий момент данная потребность решается с использованием ручки и листа А4 и текстовых редакторов. На данный момент не существует систем, полностью удовлетворяющих данную потребность. Предлагаемый подход решения проблемы основан на анализе и классификации пользовательских требований для повышения качества технического задания. Визуальное представление метода представлено на рисунке 1.

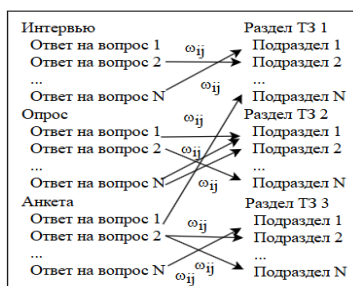


Рисунок 1 – Визуальное представление

Итоговая метка класса принадлежности пользовательского требования рассчитывается по формуле 1.

$$C_i = \sum_{i=1}^n (TF-IDF_i * \omega_{ij}), \quad (1)$$

Разработанная модель имеет повышает качество разрабатываемых ТЗ, тем самым повышая качество результирующего продукта.

Библиографический список

1. Метод машинных векторов. URL: <https://habr.com/ru/articles/802185/> (дата обращения 01.12.2025)
2. Метод TF-IDF. URL: <https://wiki.loginom.ru/articles/tf-idf.html> (дата обращения 01.12.2025)

*Д.А. Голубев, студ.; рук. Т.В. Гвоздева, к.э.н., доц.
(ИГЭУ, г.Иваново)*

МЕТОД АНАЛИЗА ПРИЧИН БРАКА ГОРЯЧЕКАТАНОГО ПРОКАТА

Оперативное установление причин брака горячекатаного проката является актуальной задачей для металлургических предприятий. На ПАО «НЛМК» проблема усугубляется тем, что выявление конкретного технологического фактора, вызвавшего отклонение механических свойств, в настоящее время выполняется экспертным путем. Это увеличивает время принятия корректирующих мер и риск повторного выпуска дефектных партий.

Для решения данной задачи предложено использовать метод машинного обучения «случайный лес» [1]. Входными параметрами метода являются: химический состав (массовые доли С, Mn, Si, S, P, Cr, Ni, Cu), технологические режимы (температуры нагрева слэба, начала прокатки, смотки в рулон, коэффициент обжатия, скорость движения полосы, скорость охлаждения), результаты лабораторных испытаний (пределы текучести и прочности, относительное удлинение). Оценка значимости факторов выполняется с использованием критерия Джини. Выходом алгоритма является ранжированный список причин с указанием степени влияния каждого фактора (в процентах).

Метод интегрирован в аналитический модуль, разработанный на языке программирования Python. Данные о химическом составе, технологических режимах и результатах испытаний извлекаются из MES-системы цеха горячекатаного проката, проходят предобработку (очистка от выбросов, нормализация) и агрегируются в единый набор данных. Обученная модель загружается в модуль и применяется к новым партиям продукции. Результат работы алгоритма визуализируется в виде списка важности признаков, где представлена степень влияния каждого фактора. Предложенный метод не является универсальным. Для его применения на другом предприятии потребуется адаптация: переобучение модели на локальных ретроспективных данных.

Внедрение метода позволит повысить точность определения причин брака и сократить время на формирование заключения.

Библиографический список

1. Ахикян, А.И. Алгоритм машинного обучения адаптивный случайный лес и его применение. Вестник науки, 2024. Т. 1. № 6(75). С. 1393–1402.

*И.С. Горожанин, студ.; рук. – Гвоздева Т.В., к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДСИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАДРОВОГО РЕЗЕРВА ВУЗА

Актуальность. Формирование кадрового резерва в вузе требует объективных количественных критериев. В ИГЭУ отсутствуют формализованные методы ранжирования сотрудников, что порождает субъективизм [1]. Применение математических моделей в проектируемой ИС ФКР снизит влияние человеческого фактора и повысит эффективность управления персоналом.

Новизна. Предложена двухэтапная модель оценки научно-педагогических работников. На первом этапе рассчитывается интегральный рейтинг кандидата методом взвешенных сумм:

$$R = \sum_1^n K_i * w_i,$$

где R – рейтинг; K_i – балл i-й компетенции; w_i – вес компетенции; n – число компетенций. Веса определены экспертным путём с учётом приоритетов развития вуза. На втором этапе методом k-средних выделяются кластеры («лидеры», «потенциал роста», «требующие развития») для дифференциации индивидуальных планов развития.

Личный вклад автора. Выполнена формализация критериев оценки (публикационная активность, индекс Хирша, педагогическая нагрузка, результаты аттестаций), разработаны алгоритмы расчёта рейтинга и кластеризации, проведена их апробация на тестовых данных сотрудников ИГЭУ.

Практическая ценность. Модель сократит время отбора кандидатов на 40 % [2], обеспечит прозрачность решений и станет основой матрицы «Эффективность-Потенциал».

Перспективы. Модель универсальна и может адаптироваться к другим вузам путём коррекции набора компетенций. Дальнейшее развитие предполагает использование нечёткой логики и машинного обучения для динамической настройки весов.

Библиографический список

1. Кибанов А.Я. Управление персоналом организации: учебник. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 695 с.
2. Программа развития Ивановского государственного энергетического университета на период до 2032 года. – Иваново: ИГЭУ, 2023. – 87 с.

С.М. Гриневич, студ.; рук. Л.В. Фомченкова, д.э.н., проф. (Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ HR-ДАННЫХ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Исследование Lab 1 показывает, что из 1297 инцидентов в 82% случаев утечек страдают HR-данные [1]. Традиционные методы на основе экспертных правил выдают 30–40% ложных срабатываний и не адаптируются к новым угрозам.

Предложен подход на основе графовых нейросетей, где система представляется как динамический граф, где узлы – сотрудники, серверы, БД, а рёбра – права доступа и взаимодействия. Архитектура включает три блока: GCN извлекает пространственные признаки, учитывая контекст отдела, LSTM анализирует последовательность действий, Attention присваивает повышенный вес критичным отклонениям [2].

Математическая формулировка метода основана на функции потерь реконструкции графа:

$$L = || G - G' ||^2 + \lambda \cdot L_{\text{temp}}$$

где G – исходное состояние графа прав и действий,
 G' – восстановленное состояние после автокодировщика,
 L_{temp} – временная составляющая ошибки,
 λ – коэффициент регуляризации.

Если значение L превышает адаптивный порог, система сигнализирует об аномалии.

Метод объединяет графовое представление, временной анализ и механизм внимания, учитывая связи между сущностями и динамику поведения. Перспективы связаны с развитием пространственно-временных графовых моделей, повышением объяснимости, внедрением федеративного и самообучающегося обучения, а также расширением на мультимодальные и распределенные системы.

Библиографический список

1. Four in five data breaches involve HR files, study finds // People Management. URL: <https://www.peoplemanagement.co.uk/article/1926368/four-five-data-breaches-involve-hr-files-study-finds>
2. Insider Threat Detection Using Graph Convolutional Networks and Bi-LSTM // Cornell University URL: <https://arxiv.org/abs/2512.18483>

*М.С. Жохов, студ.; рук. А.С. Соколова
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МОДЕЛЬ ПРИОРИТИЗАЦИИ КЛИЕНТСКИХ ЗАЯВОК

В условиях ограниченности складских и трудовых ресурсов малые предприятия не могут выполнить все поступающие заказы. Такие стандартные подходы, как FIFO или LIFO учитывают только хронологический порядок. Это приводит к выполнению малоценных заказов в ущерб более выгодным, что ведет к потере потенциальной прибыли.

В предлагаемом исследовании рассматривается методика приоритизации входящих заявок, основанная на применении метода анализа иерархий [1]. Ключевой задачей является повышение экономической эффективности обработки заказов путем выбора наиболее ценных из них в условиях ограниченных ресурсов. Предлагаемый подход включает несколько этапов:

- формализацию задачи, где каждая заявка описывается набором критериев;
- нормализацию разнородных критериев для приведения их к единому безразмерному виду и расчет интегрального показателя приоритета для каждой заявки;
- отбор заявок к исполнению на основе полученных рейтингов с учетом ресурсных ограничений.

Апробация модели проводилась на синтетическом наборе данных, имитирующем полугодовой поток из 500 заявок. Сравнительный анализ с FIFO и LIFO [2] показал, что предложенная методика позволяет минимизировать финансовые потери, повысить эффективность управления ресурсами и укрепить отношения с ключевыми заказчиками в условиях ограниченных возможностей малого бизнеса.

Библиографический список

1. Метод анализа иерархий. [Электронный ресурс] URL: https://lib.herzen.spb.ru/text/tutygin_122_108_115.pdf (Дата обращения: 12.03.2026).
2. FEFO, FIFO, LIFO и другие принципы обработки товаров на складе. [Электронный ресурс] URL: <https://denvic.ru/blog/sklady-proizvodstvo/fefo-fifo-lifo-i-drugie-printsipy-obrabotki-tovarov-na-sklade/> (Дата обращения: 12.03.2026).

*А.А. Карташов, студ.; рук. Елизарова Н.Н., к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ

В условиях действия ТР ТС 019/2011 [1] подготовка комплекта сертификационной документации остаётся узким местом промышленных предприятий. Данные фрагментированы между САПР, офисными приложениями и ERP-системами, а контроль комплектности носит субъективный визуальный характер. Это приводит к трудозатратам до 30 рабочих дней и доле отказов органов по сертификации до 33 %.

Разработано два оригинальных алгоритмических решения, объединяющие фасетную классификацию и детерминированную валидацию в единой математической модели. Предложена четырёхмерная фасетная классификация выбора схемы подтверждения соответствия (1Д–6С):

$FC = \langle f_1(\text{Класс риска}), f_2(\text{Группа защиты}), f_3(\text{Тип изделия}), f_4(\text{Масштаб выпуска}) \rangle$.

Внедрен механизм автоматических детерминированных шлюзов валидации. Документ d признается системой пригодным для сертификации тогда и только тогда, когда он удовлетворяет конъюнкции трех предикатов:

$$d \in T_{\text{valid}} \Leftrightarrow G_1(d) \wedge G_2(d) \wedge G_3(d), \quad (1)$$

где G_1 – пороговый контроль объёма файла; G_2 – контроль минимального количества страниц; G_3 – семантическая верификация обязательных метаданных.

Предложена и реализована количественная мера риска неготовности комплекта [2]:

$$\text{Risk} = \frac{|\text{Deficit}^*|}{|T_{\text{reg}}|} * 100, \quad (2)$$

где Deficit^* — расширенное множество дефицита, учитывающее как отсутствующие, так и прошедшие шлюзы валидации документы. При $\text{Risk} > 20\%$ система автоматически формирует смарт-задачи ответственным специалистам.

Замена визуального контроля математической моделью позволяет сократить цикл подготовки пакета и снизить долю отказов. Практическая ценность подтверждена промышленной апробацией.

Библиографический список

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты».
2. Павленко А. В., Ковалева Е. Г., Радоуцкий В. Ю. Анализ подходов к оценке риска // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2015. №3

*Д.Р. Кленько, студ.; рук. Т.В. Гвоздева
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ОПТИМИЗАЦИЯ КАРТ РАСКРОЯ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО АЛГОРИТМА

В настоящее время задача оптимального раскроя материалов имеет актуальный характер для металлообрабатывающих предприятий, где рулонный материал нарезается на полосы заданной ширины. Причина — ручное планирование приводит к перерасходу сырья и зависит от квалификации мастера. Решением этой задачи занимались Сошкин [1] и другие авторы, однако существующие подходы часто не учитывают цветовые группы материалов.

В работе предложен гибридный алгоритм, сочетающий жадную генерацию карт раскроя и линейное программирование. Оптимизация осуществляется по двум основным параметрам: минимизация суммарных отходов материала и сокращение количества используемых рулонов. На первом этапе формируются возможные способы размещения полос на рулоне с учетом цветовых групп. На втором этапе из сгенерированных карт выбирается набор, обеспечивающий выполнение заказов с наименьшими потерями.

Алгоритм реализован на Python. Применение современных ИТ-технологий (библиотеки `pulp` для линейного программирования, `pandas` для обработки данных) позволило автоматизировать расчет и интегрировать модуль в процесс планирования ООО «Снабцентр». За счет единой базы данных заказов время планирования сокращается с часов до секунд.

Эксперименты на данных предприятия (4043 полосы, 5 групп) показали: снижение рулонов на 9,9%, отходов — с 2,78% до 1,60% (относительное снижение 42,4%). Наибольшая эффективность достигается на небольших и вариативных заказах.

Ограничения метода: алгоритм применим только для линейного раскроя.

Практическая значимость — снижение материальных потерь на 10–15% при внедрении в производство.

Библиографический список

1. Сошкин Роман Владимирович Математические модели и алгоритмы решения задач оптимального раскроя полосы / Сошкин Роман Владимирович // Arctic Environmental Research. - 2009. - № 6. - С. 77-82.

*А.В. Коновалов, студ.; рук. Н.Н. Елизарова, к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ СОТРУДНИКОВ НА ОСНОВЕ ГИБКОГО ПОДХОДА

При осуществлении обучения персонала в организациях, применяющих гибкие методологии управления проектами, сотрудники и руководители сталкиваются с рядом проблем: разрыв между образовательным контентом и реальными проектными задачами, статичность учебных материалов, неспособность оперативно реагировать на выявляемые в ходе спринтов пробелы в знаниях, а также низкая вовлечённость сотрудников в процесс непрерывного обучения.

Для решения данных проблем была создана информационная технология поддержки agile-обучения, имеющая следующие цели: сокращение времени между выявлением образовательного дефицита и доставкой релевантного учебного материала; снижение влияния человеческого фактора на процессы планирования обучения и повышение точности подбора микромодулей; привлечение сотрудников к участию в формировании индивидуальных образовательных траекторий и повышение их вовлечённости в процесс непрерывного развития.

Перечень задач системы с такой технологией: сбор цифрового следа из проектных задач и канбан-досок; интеграция расчётов образовательных дефицитов в единый профиль сотрудника; выявление пробелов в компетенциях на основе анализа ошибок и задержек при выполнении задач; формирование динамического бэклога обучения в автоматизированном режиме; персонализированная доставка микромодулей через интерфейс проектной задачи или корпоративный мессенджер [1].

В основе системы лежит отечественное программное обеспечение платформа «Битрикс24». Результатом внедрения технологии является формирование замкнутого цикла непрерывного обучения, где каждый спринт одновременно выступает как рабочая итерация и как источник данных для персонализированного развития компетенций сотрудников. Практическая польза технологии заключается в сокращении времени закрытия образовательных дефицитов, снижении формальных затрат на обучение за счёт отказа от длительных курсов в пользу микромодулей.

Библиографический список

1. Плетенева О.Г. Виды и технологии обучения персонала в современной организации // E-Scio. 2022. №10 (73). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vidy-i-tehnologii-obucheniya-personala-v-sovremennoy-organizatsii>.

**И.П. Косенко; рук. А.В. Устиненкова, ассистент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленск**

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ИНТЕГРАЦИИ С SCADA/MES-СИСТЕМАМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Коксохимическое производство относится к категории опасных отраслей промышленности в связи с воздействием высоких температур, токсичных веществ и высокой сложностью технологических процессов. В связи с этим задачей является повышение эффективности систем контроля безопасности.

Согласно данным исследования, применение технологий компьютерного зрения позволяет автоматически выявлять нарушения техники безопасности с точностью до 85% в режиме реального времени [1]. Эффективность возрастает при их интеграции в системы управления производством.

Новизна работы заключается в предложении архитектуры, объединяющей компьютерное зрение с SCADA и MES-системами. В данной модели видеоданные обрабатываются нейросетевыми алгоритмами, после чего события передаются в SCADA для оперативного реагирования и в MES для анализа процессов (рис. 1).



Рисунок 1 – Архитектура системы контроля безопасности на основе компьютерного зрения с интеграцией в SCADA/MES

Предлагаемый подход обеспечивает переход от реактивного контроля к проактивному управлению безопасностью и может быть внедрён на действующих предприятиях без значительной модернизации инфраструктуры.

Библиографический список

1. Юрьев С. С., Газя Г. В. Применение системы компьютерного зрения для автоматического контроля безопасного производства работ // **Вестник науки.** – 2025.

*Д. В. Курьянович, студ.; рук. Е.В. Комракова, ст. преп.
(ГГТУ им. П.О. Сухого, г. Гомель)*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА УСЛУГ ВЕТЕРИНАРНОЙ КЛИНИКИ С САЛОНОМ ГРУМИНГА

Ветеринарные клиники, совмещённые с салонами груминга, требуют единой информационной среды для учёта пациентов, движения препаратов с ограниченным сроком годности и планирования рабочего времени специалистов. Отсутствие комплексной автоматизации влечёт ошибки складского учёта и потерю данных анамнеза. Целью работы являлась разработка конфигурации на платформе «1С:Предприятие 8.3», обеспечивающей сквозной учёт основных бизнес-процессов.

База владельцев реализована с отдельным хранением фамилии, имени и отчества для корректного формирования инициалов и быстрого поиска по телефону. Для каждого животного фиксируются порода, аллергии, анамнез и характеристики для груминга (тип шерсти, периодичность стрижки). Поддерживается связь «многие ко многим» между владельцами и питомцами.

Складской учёт ведётся с партионным контролем. Поступление каждой партии регистрируется с указанием серии, срока годности и закупочной цены. При оказании услуги автоматически списывается партия с наименьшим остаточным сроком; попытка списания просроченного препарата или при отрицательном остатке блокируется с выводом предупреждения. Документ «Приём» агрегирует услуги, материалы и диагнозы, формируя движения по списанию, задолженности владельца и записям в медицинской истории. Для ускорения работы предусмотрены шаблоны типовых диагнозов и технологические карты.

Расписание учитывает длительность приёма и проверку свободного времени специалиста. Администратор работает с интерактивной сеткой расписания, где цвет ячейки отражает статус временного интервала, а при наведении выводится информация о пациенте и цели визита. Сформированы отчёты по остаткам товаров (с выделением просроченных партий), реестру должников, статистике выполненных прививок и сводке по взаиморасчётам.

Внедрение позволило исключить списание просроченных препаратов, сократить время регистрации пациентов, централизовать историю болезни и повысить финансовую дисциплину. Разработанное решение может быть адаптировано для любых малых медицинских организаций.

*В. С. Кушин, студ.; рук. Ясинский И. Ф., к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРОБЛЕМА РАНЖИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ И ЕЁ РЕШЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ TF-IDF

Стандартный поиск по ключевым словам возвращает все документы, содержащие запрос, без упорядочивания, что затрудняет работу специалистов. Для повышения эффективности поиска в систему информационной поддержки внедрена модель TF-IDF, которая ранжирует результаты по релевантности, выводя наиболее подходящие документы первыми.

Модель TF-IDF (Term Frequency – Inverse Document Frequency) оценивает значимость термина t в документе d из корпуса D [1]. Весовой коэффициент определяется по формуле (1):

$$w(t, d) = TF(t, d) \cdot IDF(t, D), \quad (1)$$

где TF – частота термина в документе;

IDF – логарифм обратного отношения числа всех документов к количеству документов, содержащих этот термин.

Реализация модели TF-IDF выполнена средствами PostgreSQL, где уже хранится документация. Встроенный тип данных `tsvector` заблаговременно преобразует текст каждого документа в компактный поисковый образ: отбрасывает предлоги и союзы, приводит слова к начальной форме с учётом русской морфологии. GIN-индекс позволяет выполнять поиск по этим образам мгновенно, не просматривая всю базу целиком, а функция `ts_rank` вычисляет итоговый ранг по формуле 1 [2]. Проверка на 312 документах по 45 тестовым запросам показала рост качества поиска (см. таблица 1).

Таблица 1 – Результаты тестирования методов поиска

Метод поиска	Точность, %	Полнота, %	F1-мера
Без ранжирования (базовый)	61,4	74,2	0,672
TF-IDF (предложенный)	83,7	79,5	0,815

Таким образом, внедрение модели TF-IDF в МИП-АСМО обеспечивает существенный прирост качества поиска и снижение временных затрат.

Библиографический список

1. Мэннинг, К. Введение в информационный поиск / К. Мэннинг, П. Рагхаван, Х. Шютце; пер. с англ. под ред. Д. А. Кормена. — М. : Вильямс, 2011. — 528 с.
2. Моргунов, Е. П. PostgreSQL. Основы языка SQL : учеб. пособие / Е. П. Моргунов; под ред. Е. В. Рогова, П. В. Лузанова. — СПб. : БХВ-Петербург, 2022. — 336 с.

*А.И. Лапицкая, студ.; рук. Е.В. Комракова, ст. преп.
(ГГТУ им. П.О. Сухого, г. Гомель)*

МЕТОДЫ ОПЕРАТИВНОЙ АНАЛИТИКИ ВРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ В СИСТЕМАХ ПРОЕКТНОГО УЧЕТА

Современные малые проектные команды сталкиваются с проблемой фрагментарности данных о фактической трудоемкости задач. Отсутствие оперативной аналитики приводит к систематическому перерасходу бюджета и затрудняет оценку реалистичности сроков. В рамках разработки веб-приложения для учета рабочего времени был создан аналитический модуль, предназначенный для преобразования сырых временных записей в структурированные показатели эффективности.

В основе работы модуля лежит механизм агрегации временных интервалов по нескольким измерениям: временному (день, неделя, месяц), проектному (конкретный проект или клиент), ресурсному (отдельный сотрудник или роль) и статусному (открытые или закрытые задачи). Для каждого из указанных срезов вычисляются ключевые метрики, включая суммарную трудоемкость, среднюю продолжительность задачи и отклонение фактических затрат от плановых.

Пользователю доступны линейчатые диаграммы для сравнения загрузки сотрудников, круговые диаграммы для распределения времени по проектам и графики накопленной суммы для отслеживания динамики затрат. Такое представление позволяет менеджеру за минимальное время выявить аномалии, например, задачу, занявшую непропорционально много времени, или сотрудника с систематическими переработками.

Важной функциональной характеристикой модуля является возможность перехода от агрегированных показателей к исходным временным записям. Если аналитическая панель показывает превышение бюджета по проекту, пользователь может детализировать этот показатель и увидеть, какие именно задачи сформировали перерасход. Данная возможность превращает аналитику из статичного отчета в инструмент диагностики проектных проблем.

В заключение следует отметить, что предложенная конфигурация аналитического модуля не требует от пользователя специальной подготовки в области обработки данных. Все метрики рассчитываются автоматически на основе накопленных временных записей, а их визуализация подчинена задаче быстрого обнаружения аномалий и отклонений. В перспективе планируется расширение набора аналитических моделей за счет включения элементов прогнозной аналитики, основанной на исторических данных о трудоемкости однотипных задач.

*Майновская М.Е., студ.; рук. Козлов М.Н., ст. преподаватель
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ДОГОВОРНОЙ РАБОТЫ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Договорная работа представляет собой процесс согласования, характеризующийся очередями, возвратами на доработку и вариативностью времени выполнения. Существующие системы документооборота обеспечивают автоматизацию маршрутизации, однако не позволяют количественно оценивать эффективность процесса и выявлять проблемные места [1].

В исследовании разработана модель, позволяющая анализировать и прогнозировать параметры договорной работы. Процесс согласования рассматривается как последовательность этапов, представленных в виде одноканальных систем массового обслуживания (М/М/1).

Особенностью модели является учет итерационного характера процесса: возвраты договоров на доработку описываются как вероятностные обратные связи, увеличивающие нагрузку на соответствующие этапы. Каждый этап характеризуется интенсивностью обработки и вероятностью возврата. На основе модели оцениваются: загрузка этапов согласования, среднее время обработки договоров, длина очередей и вероятность успешного прохождения процесса.

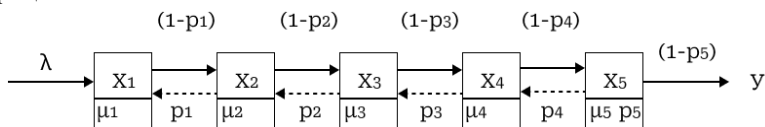


Рисунок 1 – Граф состояний процесса договорной работы как цепочки систем М/М/1 с обратными связями: λ – интенсивность поступления договоров; X_i – этап согласования; μ_i – интенсивность обработки на i -м этапе; p_i – вероятность возврата договора на доработку; $(1-p_i)$ – вероятность успешного прохождения этапа.

Анализ показателей позволяет выявлять лимитирующие этапы, оценивать влияние возвратов на загрузку и прогнозировать время согласования. Предложенный подход может использоваться для обоснования управленческих решений, направленных на оптимизацию договорной работы и повышение её эффективности.

Библиографический список

1. Тушавин В. А. Применение теории массового обслуживания для анализа времени разрешения инцидентов // Экономика и управление. 2011. №7 (69). [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-teorii-massovogo-obsluzhivaniya-dlya-analiza-vremeni-razresheniya-intsidentov> (дата обращения: 24.03.2026)

*Макаров В.Е., студ.; рук. Егорова Н.Е., к.ф.-м.н.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ЭНЕРГООБЪЕКТЕ

Объекты энергетической инфраструктуры, к числу которых относятся Сочинская теплоэлектростанция (ТЭС), характеризуются непрерывным циклом работы. Простаивание элементов ИТ-инфраструктуры либо технологического оборудования сопряжено с финансовыми потерями.

Классические методы управления заявками зачастую не принимают во внимание случайный характер их поступления, что обуславливает формирование очередей и снижение оперативности реагирования. Теория массового обслуживания предлагает математический инструментарий, который позволяет рассчитать идеальный баланс между количеством персонала и скоростью обслуживания [1].

Целью данного исследования выступает совершенствования информационного обеспечения процесса технического обслуживания и ремонта оборудования на примере Сочинской ТЭС [2]. Для её достижения предлагается применить методы теории массового обслуживания для моделирования процессов обработки заявок на ремонт и ИТ-поддержку. В работе проведён критический анализ недостатков существующих методов распределения ресурсов и обосновывается необходимость внедрения автоматизированной системы с функциями динамической приоритизации и мобильного доступа [3].

Математическое моделирование в рамках исследования направлено на минимизацию среднего времени ожидания обслуживания и оптимизацию количества сервисного персонала, что в конечном итоге позволяет снизить риски простоя критически важного энергетического оборудования.

Библиографический список

1. Гнеденко, Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. — Изд. 6-е. — Москва : ЛКИ, 2013. — 400 с.
2. Антоненко, И. Н. Информационные системы управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования / И. Н. Антоненко. — Москва : Энергоатомиздат, 2013. — 254 с.
3. Аракелян, Э. К. Повышение надежности и эффективности эксплуатации энергетического оборудования на основе совершенствования системы ТОиР / Э. К. Аракелян // Вестник МЭИ. — 2018. — № 4. — С. 12–19.

*И.С. Митрофанов, студ.; рук. Н.Н. Елизарова, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОФЛАЙН-МЕРОПРИЯТИЙ

В современных условиях развития маркетинговых коммуникаций традиционные офлайн-мероприятия сохраняют важную роль в формировании спроса, однако их эффективность остается недостаточно формализованной [1].

Офлайн-взаимодействие характеризуется сложной структурой: результат формируется как итог последовательности контактов, распределённых во времени и происходящих в различных условиях [2]. На эффективность влияют частота взаимодействий, условия площадки, уровень вовлеченности аудитории и временной разрыв между контактом и результатом, при этом зависимость носит нелинейный характер и сопровождается эффектом насыщения [3-4].

Существующие подходы основаны на агрегированных показателях и не учитывают структуру взаимодействия и совокупное влияние факторов, что снижает точность оценки [5-6].

В рамках работы предложена технология оценки эффективности офлайн-мероприятий, которая предполагает интеграцию информации о контактах и мероприятиях, последующую формализацию структуры взаимодействия с учетом их последовательности и временного распределения, а также количественную оценку вклада отдельных воздействий с учетом характеристик площадки и уровня вовлеченности аудитории. Особое внимание уделяется учету накопительного эффекта взаимодействий и эффекта насыщения, возникающего при избыточном числе контактов. На основе интегральной оценки воздействия определяется вероятность совершения целевого действия пользователем.

Предложенный подход обеспечивает переход к количественной оценке эффективности и повышает обоснованность управленческих решений [7].

Библиографический список

- 1. Belch G. E., Belch M. A.** Advertising and Promotion: An Integrated Marketing Communications Perspective. – New York: McGraw-Hill, 2018. – 624 p.
- 2. Lemon K. N., Verhoef P. C.** Understanding customer experience throughout the customer journey // Journal of Marketing. – 2016. – Vol. 80, № 6. – P. 69–96.
- 3. Payne A., Frow P.** Relationship marketing: looking backwards towards the future // Journal of Marketing. – 2017. – Vol. 81, № 6. – P. 11–15.
- 4. Tellis G. J.** Effective Advertising: Understanding When, How, and Why Advertising Works. – Thousand Oaks: Sage Publications, 2004. – 496 p.
- 5. Голубков Е. П.** Маркетинговые исследования: теория, методология и практика. – М.: Финпресс, 2008. – 496 с.
- 6. Ромат Е. В.** Реклама. – СПб.: Питер, 2016. – 512 с.
- 7. Котлер Ф.** Маркетинг менеджмент. – СПб.: Питер, 2019. – 832 с.

*И.М. Мокиенко студ.; рук. И.Ф. Ясинский к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ВЕРСИОННЫХ ДАННЫХ

Современные PLM-системы (Product Lifecycle Management – системы управления жизненным циклом изделия) работают с цифровыми макетами изделий, включающими модели, спецификации, расчёты и требования. Системы управления версиями фиксируют изменения и хранят историю, однако не контролируют согласованность связей между объектами. В результате отдельные версии могут быть корректны, тогда как цифровой макет в целом остаётся несогласованным, что приводит к ошибкам проектирования.

Проблема заключается в том, что целостность инженерных данных определяется не только корректностью версий, но и согласованностью связей и контекста изменений. Традиционные подходы ориентированы на управление файлами, а не системой зависимостей, что усложняет анализ влияния изменений и восстановление причинно-следственных связей.

В работе предлагается концептуальный метод обеспечения целостности версионных данных, основанный на интеграции управления версиями и сквозной прослеживаемости связей. Его суть заключается в переходе от изолированного хранения версий к управлению системой зависимостей между объектами цифрового макета.

В рамках подхода каждая версия рассматривается как элемент связанной структуры, включающей изменения, их причины и влияние на другие объекты. Прослеживаемость реализуется через двунаправленные связи, журнал аудита и фиксацию происхождения данных, что позволяет контролировать согласованность инженерных решений.

Предлагаемый метод обеспечивает переход от хранения истории изменений к управлению целостной системой инженерных данных, снижает количество ошибок и повышает прозрачность процессов проектирования.

Библиографический список

1. CIO–Navigator. Системы управления версиями (VCS): принципы работы [Электронный ресурс]. – URL: <https://cio-navigator.ru/sistemy-upravleniya-versiyami-vcs/> (дата обращения: 08.04.2026).
2. Altium. Использование внешнего контроля версий (Altium Designer) [Электронный ресурс] // Altium Documentation : [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.altium.com/ru/documentation/altium-designer/using-external-version-control> (дата обращения: 08.04.2026).

И.М. Мокиенко студ.; рук. И.Ф. Ясинский к.т.н., доцент
И.Д. Моргоев, ассистент (СКГМИ (ГТУ), г. Владикавказ);
рук. А.Э. Дзгоев, к.т.н., доцент (МИРЭА, г. Москва)

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ДАННЫХ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ НЕУЧТЕННОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Современная цифровая трансформация электроэнергетики связана с внедрением риск-ориентированного управления и решением задач территориальных сетевых организаций, включая повышение надёжности электроснабжения и снижение издержек [1]. Это требует развития автоматизации распределительных сетей и формирования инфраструктуры данных, обеспечивающей переход от накопления показаний приборов учета (ПУ) к их анализу для выявления неучтённого потребления. Парк ПУ остаётся неоднородным, что требует дифференцированного подхода: выделяются две категории потребителей – с цифровыми и индукционными ПУ.

Цифровые ПУ формируют детализированные временные ряды нагрузки, что позволяет применять методы машинного обучения. Модели обучаются на данных нормального потребления и используются для выявления аномалий, связанных с неучтённым потреблением [2].

Для индукционных ПУ доступны агрегированные данные за расчётные периоды, что ограничивает применение методов анализа временных рядов. В этом случае используются косвенные признаки: потребление за текущий и предыдущий периоды, а также интервал с момента последнего визита контролёра [3]. Анализ выполняется в два этапа: отбор многоквартирных домов с аномальным уровнем потребления (по диаграммам размаха) и последующая кластеризация потребителей методом *k*-средних с подбором числа кластеров.

Применение двух взаимодополняющих методов, предложенных и подробно описанных в [2, 3], позволяет учитывать разнородность парка ПУ и повышать достоверность выявления неучтённых потерь при планировании контрольных мероприятий.

Библиографический список

1. Концепция цифровой трансформации ПАО «Россети» до 2030 года. – М.: ПАО «Россети», 2018. – 31 с.
2. Моргоев И. Д. Повышение точности выявления неучтённого потребления электроэнергии с использованием алгоритмов сэмплинга // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2025. – Т. 68, № 1. – С. 104–112. – DOI: 10.17213/0136-3360-2025-1-104-112.
3. Моргоев И. Д. Методология снижения неучтённого потребления электроэнергии в распределительных электросетях с применением кластерного анализа // Вестник ГГНТУ. Технические науки. – 2025. – Т. 21, № 1 (39). – С. 44–52.

*А.Е. Морозов, студ.; рук. Буйлов П.В., к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАСЧЕТ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПУБЛИКАЦИОННОЙ ЗНАЧИМОСТИ

В практике работы СМИ, аналитических центрах и других областях отсутствие формализованных критериев отбора тем для обработки и изучения приводит к его субъективности. Публикации, формируемые по таким темам, оказываются незначимы. Разработана модель интегральной оценки[1] значимости публикации (1):

$$R_j = W_{act} \cdot act(e_i) + W_{rel} \cdot rel(e_i) + W_{pop} \cdot pop(e_i) + W_{res} \cdot res(e_i) \quad (1)$$

Актуальность публикации $act(e_i)$ по событию e_i в формуле определяется по экспоненциальному закону затухания. Тематическая релевантность $rel(e_i)$ вычисляется через косинусное сходство векторного представления текста с векторами ключевых тематик[2]. Показатель охвата аудитории $pop(e_i)$ рассчитывается посредством взвешенной суммы метрик вовлеченности по всем источникам публикации. Показатель медийного резонанса $res(e_i)$, определяется по параболической функции от доли источников, публикующих материал. У параметров есть нормализованные весовые коэффициенты с суммой, равной значению 1.

Реализация и апробация метода проходили в СМИ БУ «Редакция газеты «Наше время»». Значения весовых коэффициентов экспертным методом установлены как $W_{act} = 0,40$; $W_{rel} = 0,20$; $W_{pop} = 0,20$; $W_{res} = 0,20$.

В организации оценка интегрального показателя нужна для оценки необходимости освещения событий. До этого она производилась экспертом – главным редактором. Использование модели повысило эффективность работы организации (см. таблицу 1):

Таблица 1 – Результаты апробации метода

Показатель	До внедрения	После внедрения
Экспертно измеренная доля соответствия публикаций редполитике	65 %	93,1 %
Время анализа информационного повода	3 мин	1 мин
Охват событий региона	50 %	87,3 %

Библиографический список

1. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988. – 208 с.
2. Семантический анализ для автоматической обработки естественного языка [Электронный ресурс]. – URL: https://rdc.grfc.ru/2021/09/semantic_analysis (дата обращения: 18.10.2025).

*А.Е. Морозов, студ.; рук. Буйлов П.В., к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПОСТАНОВКА ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕДАКЦИОННОГО ПЛАНА

В СМИ распределение заданий по корреспондентам выполняется экспертом, главным редактором, что ведет к субъективности решений[1]. Выбор событий, максимизирующих редакционную ценность плана распределения задач при ограниченном бюджете человеческих ресурсов, не может быть произведен интуитивно. Предлагается формальная модель задачи формирования редакционного плана (1):

$$\max_{y_j \in \{0,1\}} \sum_j R_j y_j + \alpha F(Y) \quad (1)$$

где R_j – интегральный рейтинг освещения событий, j – событие, $y_j \in \{0,1\}$ – решение по событию (1 – включить в план), α – коэффициент значимости тематического разнообразия, $F(Y)$ – субмодулярная функция полезности, экспоненциально убывающая с течением времени[2].

В задаче присутствует ограничение (2) на бюджет человеко-часов:

$$\sum_j c_j * y_j \leq C_{tot} \quad (2)$$

где C_{tot} – суммарный располагаемый бюджет всех корреспондентов, c_j – бюджет человеко-часов для освещения события j .

Реализация и апробация метода проходили в организации БУ «Редакция газеты «Наше время»». Параметр α был экспертным методом настроен как 0,66. По итогу апробации видно, что реализация модели позволяет увеличить эффективность работы СМИ (см. таблицу 1):

Таблица 1 – Результаты апробации метода

Показатель	До внедрения	После внедрения
Время от наступления события до выхода публикации	14 ч	5 ч
Среднее число материалов, доступных читателю в сутки	15	20
Время формирования редакционного плана редактором	~40 мин	~3 мин

Библиографический список

1. Методы управления редакцией: плюсы и минусы подходов, инструменты [Электронный ресурс] – URL: <https://news.pressfeed.ru/metody-upravleniya-redakcziej-plyusy-i-minusy-podhodov-instrumenty> (дата обращения: 12.10.2025).
2. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988. – 208 с.

*А.Е. Морозов, студ.; рук. Буйлов П.В., к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ДЕДУПЛИКАЦИИ ПРИ СБОРЕ ТЕКСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

При сборе текстовых материалов из различных источников для их последующей обработки, в случаях, когда разные источники сообщают об одном факте с разными формулировками, необходима семантическая дедупликация[1]. Сбор без дедупликации ведет к дублированию смыслов при обработке и замедлению работы с информацией.

Для дедупликации записей r_i, r_j из разных источников предлагается метод попарного вычисления семантической близости (1), где \cos_sim – косинусная мера семантической близости[2], $vec()$ – функция векторизации текста, θ – порог близости текстов в диапазоне $[0;1]$:

$$dedup(r_i, r_j) = 1, \text{ если } \cos_sim(vec(r_i), vec(r_j)) \geq \theta \quad (1)$$

Здесь \cos_sim имеет вид (2), где v_j, v_j – векторные представления текстов, n – размерность векторного пространства:

$$\cos_sim(r_i, r_j) = \frac{\vec{v}_i * \vec{v}_j}{\|v_i\| * \|v_j\|} \quad (2)$$

Реализация и апробация метода проходили в СМИ БУ «Редакция газеты «Наше время»». Значение порога θ экспертным методом было выбрано равным 0,85. В организации сбор текстовых материалов необходим для формирования планов освещения событий. До этого он производился экспертом – главным редактором СМИ. Апробация разработанного метода подтверждает повышение показателей эффективности работы СМИ, что говорит об эффективности метода (см. таблицу 1):

Таблица 1 – Результаты апробации метода

Показатель	До внедрения	После внедрения
Доля уникальных собираемых материалов	40%	98,1%
Среднее число дублей на одно событие	5,2	1,1
Точность объединения дублей	Методы не применялись	92,1%
Полнота обнаружения дублей		84,1%

Библиографический список

1. Семантический анализ для автоматической обработки естественного языка [Электронный ресурс]. – URL: https://rdc.grfc.ru/2021/09/semantic_analysis (дата обращения: 18.10.2025).
2. Manning C., Schütze H. Foundations of Statistical Natural Language Processing – MIT Press, 1999. – 720 с.

*А.А. Москвинов, студ.; рук. Т.В. Гвоздева, доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ МОДЕЛЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ: МЕТОДИКА НА ОСНОВЕ МНОГОСЛОЙНОГО ГРАФОВОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Современное проектирование информационных систем характеризуется созданием множества разнотипных моделей: функциональных (DFD, IDEF0), информационных (ER, UML), организационных (BPMN) и архитектурных (ArchiMate, UML). Несовпадения между этими моделями приводят к ошибкам, которые на поздних этапах разработки увеличивают стоимость исправлений в десятки раз. Актуальность проблемы особенно высока в образовательном процессе и при разработке сложных социально-экономических систем. Цель работы — разработка методики автоматической проверки структурного соответствия между различными типами моделей.

Проведен анализ исторического развития методов моделирования и существующих подходов (CASE-инструменты, формальные методы верификации, архитектурные фреймворки TOGAF/ArchiMate, матрицы трассируемости). Выявлены ключевые недостатки: отсутствие универсальности, слабая интероперабельность нотаций, высокая трудоемкость и непригодность для образовательных целей.

Предлагаемая методика основана на преобразовании всех моделей в единое многослойное графовое представление. Граф включает четыре слоя (функции, данные, организация, архитектура) и межслойные связи. Разработана система явных правил проверки соответствия (полнота, использование элементов, непротиворечивость типов данных и др.). Проверка осуществляется итеративно, результаты представляются в наглядном графическом виде с указанием конкретных элементов-нарушений.

Подразумевается, что предложенная методика будет обеспечивать универсальную, автоматизированную и доступную проверку согласованности моделей независимо от используемых нотаций. Ее применение позволит повысить качество проектирования информационных систем, существенно сократить затраты на исправление ошибок и сделать процесс моделирования эффективным как в профессиональной, так и в образовательной среде.

Д.С. Мухин, студ.; Н.Н. рук. Н. Н. Елизарова, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ НА ОСНОВЕ HARD И SOFT SKILLS

Оценка знаний и навыков обучающегося является сложным процессом, требующим учёта как профессиональных, так и личностных качеств. В работе предложена информационная технология, автоматизирующая формирование комплексного профиля на основе профессиональных стандартов и больших языковых моделей (LLM).

Оценка Hard Skills базируется на трудовых функциях профстандарта (например, «Бизнес-аналитик»). Для каждой функции f_i формируются практические задания. Экспертная оценка задания E_j вычисляется как взвешенная сумма баллов по критериям. Интегральная оценка по функции рассчитывается по формуле[1]:

$$E(f_i) = \frac{\sum_j m_{ij} \cdot E_j}{\sum_j m_{ij}}, \quad (1)$$

где $m_{ij}=1$, если задание j оценивает функцию i . Вектор $E(f_i)$ – профиль профессиональных компетенций.

Оценка Soft Skills реализована трёхэтапной методикой с применением LLM. *На первом этапе* по заданным параметрам пользователя из библиотеки нормативных документов отбираются наиболее значимые мягкие навыки; каждому навыку присваивается вес и детальное описание его проявления в профессиональной деятельности. *На втором этапе* на основе полученного списка LLM генерирует 10 реалистичных сценариев с четырьмя вариантами поведения. *На третьем этапе* после прохождения теста LLM оценивает базовый балл по каждому навыку, вычитает штрафы за выявленные дисфункциональные паттерны (избегание конфликтов и др.) и формирует итоговый профиль с рекомендациями по развитию [2].

Технология формирует объективный профиль обучающегося, интегрируя оценку профессиональных и личностных компетенций, что снижает субъективизм, автоматизирует диагностику и создаёт основу для персонализированного обучения и кадровых решений.

Библиографический список

1. ФГОС 09.03.03 «Прикладная информатика». Приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 N 922 (ред. от 08.02.2021).
2. Liming Jiang, Fang Luo1 and Xuetao Tian. «AI as a partner in assessment: generating situational judgment tests with large language models» Jiang et al. BMC Psychology (2025) 13:1315.

*Е.А. Павлова, маг.; рук. А.Ю. Пучков, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МЕТОД УНИФИКАЦИИ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ АКТИВАМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ведение справочников оборудования в энергокомпаниях осуществляется в разрозненных ИТ-системах (АСУ ТП, ТОиР, АИИС КУЭ) по несогласованным регламентам. Один и тот же объект имеет множество вариантов наименований, что блокирует создание единой цифровой модели сети и искажает расчет технико-экономических показателей. Существующие строковые методы не учитывают техническую синонимию, а нейросетевые – непрозрачны для инженера и ресурсоемки. Требуется гибридное решение, адаптированное к промышленной эксплуатации.

Предложена трехуровневая архитектура, синтезирующая детерминированные правила и машинное обучение применительно к отраслевой специфике энергетики. Разработанный гибридный метод включает пять последовательных этапов:

1) нормализация: приведение единиц измерения к стандарту, раскрытие аббревиатур по отраслевому тезаурусу, исправление типовых опечаток;

2) кандидатная генерация: быстрый отбор потенциально схожих пар с помощью N-граммных индексов;

3) семантическое сравнение: вычисление близости с использованием векторных представлений, используются эмбединги;

4) разрешение сущностей: формирование итогового решения с визуализацией совпавших и различающихся технических характеристик;

5) активное обучение: корректировка весов модели на основе подтвержденных экспертом пар без переобучения на всем массиве данных.

Метод позволяеткратно сократить трудозатраты на сверку справочников при слиянии баз филиалов и внедрении ЕАМ-систем. Интерпретируемость результата снижает риски ошибочных решений при планировании работ. Метод реализуется с использованием отечественной облачной СУБД от Yandex (YDB).

Перспективность исследования заключается в возможности адаптации метода для верификации CIM-моделей сетей и потоковой обработки данных телемеханики в режиме реального времени.

**В.А. Пинчукова, студ.; рук. Е.В. Комракова, ст. преподаватель
(ГГТУ им. П.О. Сухого, г. Гомель)**

МОНИТОРИНГ И СБОР МЕТРИК НА ПЛАТФОРМЕ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ»

В условиях цифровой трансформации системы на базе платформы «1С:Предприятие» становятся частью распределенной инфраструктуры предприятий. При интеграции 1С со сложными внешними сервисами важным аспектом становится обеспечение оперативной диагностики производительности прикладного решения – его мониторинга.

Такие традиционные средства платформы, как технологический журнал и журнал регистрации, ориентированы на ретроспективный анализ событий, что затрудняет управление инцидентами в реальном времени.

Наиболее эффективным подходом для мониторинга систем является внедрение подсистемы сбора метрик на основе открытого стандарта *OpenMetrics*. Данный подход позволяет фиксировать состояние системы и оперативно реагировать на снижение производительности.

Для минимизации накладных расходов на запись показателей и исключения влияния мониторинга на быстродействие базы данных целесообразно использовать справочники или регистры с применением хеширования для индексирования. Использование уникальных индексов позволяет инкрементировать показатели методом прямого поиска, что предотвращает возникновение избыточных блокировок транзакционных процессов при высокой интенсивности обращений к системе.

К ключевым группам показателей мониторинга относятся количественные показатели, позволяющие в реальном времени отслеживать интенсивность нагрузки и динамику ошибок, временные показатели – для оценки качества работы интерфейсов и соблюдения регламентного времени обработки данных; показатели доступности – для анализа проблем в инфраструктурном слое или сетевом взаимодействии.

Для передачи данных во внешние промышленные системы мониторинга используется специализированный программный интерфейс, транслирующий показатели 1С в современный агрегатор метрик (например, *Prometheus*). На основе переданных данных возможна и их визуализация (например, на интерактивных панелях в *Grafana*), что позволяет наглядно оценивать работу системы и оборудования.

Внедрение системы сбора метрик трансформирует информационную систему в контролируемый узел инфраструктуры. Это позволяет техническим специалистам выявлять инциденты в работе кода и оборудования на ранних стадиях, оптимизировать нагрузку на ресурсы СУБД и обеспечивать бесперебойное функционирование важных приложений.

**В.А. Пинчукова, студ.; рук. Е.В. Комракова, ст. преподаватель
(ГГТУ им. П.О. Сухого, г. Гомель)**

ОПТИМИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ МЕДИА- ДАНЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В современных системах автоматизации управления предприятием на базе платформы «1С:Предприятие» наблюдается тенденция к резкому росту объемов неструктурированной информации: чертежей, результатов фотофиксации технологических процессов и маркетингового контента. Традиционное хранение бинарных данных внутри реляционных СУБД приводит к снижению производительности основного узла управления, увеличению времени отклика системы и усложнению процедур обслуживания, что недопустимо для производственных циклов.

В рамках исследования разработана автоматизированная подсистема централизованного управления медиа-данными, основанная на принципе функционального секционирования и интеграции с объектным S3-хранилищем *MinIO*. Новизна подхода заключается в трансформации учетной системы из монолитного хранилища в *API*-шлюз, обеспечивающий подготовку контента под требования различных потребителей.

Предложенная модель базируется на разделении ответственности: платформа «1С:Предприятие» выполняет функции оркестратора метаданных и контроллера прав доступа, в то время как инфраструктурный слой на базе *MinIO* обеспечивает физическое размещение объектов.

Взаимодействие компонентов автоматизировано через *RESTful API* с применением протокола *AWS Signature Version 4*, что гарантирует безопасность и целостность данных в распределенной сети предприятия.

Спроектированный сервис выступает фундаментом для автоматизации смежных систем, в частности, проекта роботизированного манипулятора. Благодаря централизованному реестру метаданных, робот в реальном времени получает доступ к эталонным визуальным образам товаров для их распознавания и позиционирования, что является необходимым условием для построения беспилотных систем обслуживания.

Для обеспечения устойчивости автоматизированной системы внедрена подсистема сбора метрик на основе стандарта *OpenMetrics*. Мониторинг в реальном времени ключевых показателей с визуализацией в *Grafana* позволяет техническим специалистам управлять производительностью узла и предотвращать инциденты до их влияния на бизнес-процессы.

Реализация данной модели позволяет достичь значительного снижения нагрузки на серверы СУБД, повысить отказоустойчивость системы и создать масштабируемую инфраструктуру, готовую к внедрению технологий искусственного интеллекта и промышленной робототехники.

*М.М. Ризин студ.; рук. Н.В. Рудаков ст. руководитель
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАНЖИРОВАНИЕ КАНДИДАТОВ МЕТОДОМ АТТРИБУТИВНОЙ ДЕПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ

Применение больших языковых моделей (LLM) в подборе персонала ограничено законодательством, так как прямая передача резюме в облачные сервисы несет юридические риски [1]. При этом классическое удаление имен и названий компаний лишает алгоритм контекста. Возникает проблема поиска оптимального баланса между приватностью соискателя и аналитической полезностью текста [2].

Для решения проблемы предложен метод атрибутивного маскирования. Его суть заключается в интеллектуальной замене данных с сохранением их семантической нагрузки. Внутри безопасного корпоративного контура локальная NER-модель (Named Entity Recognition) извлекает из резюме уязвимые сущности и заменяет их на абстрактные токены, кодирующие свойства объекта.

Например, место работы (условно, «Яндекс») заменяется на токен [ORG:TECH[TIER_1]RU]. Таким образом, внешняя LLM получает необходимую информацию для оценки – она понимает, что кандидат работал в IT-компаниях первого эшелона (Tier-1) в России, но реальное название остается скрытым. Метод сохраняет смысловую ценность профессионального опыта и гарантирует абсолютную анонимность.

Эксперименты показали, что традиционное физическое удаление данных вызывает полную деградацию качества оценки вплоть до отрицательных значений корреляции. В то же время предложенное атрибутивное маскирование сохраняет точность ранжирования кандидатов на уровне 80–94% по сравнению с оценкой на полностью открытых данных [3]. Данное решение открывает путь к безопасному использованию мощностей глобальных нейросетей в закрытых корпоративных HR-системах.

Библиографический список

1. Федеральный закон Российской Федерации от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения: 10.02.2026).
2. Loiseau G., Sileo D., Riquet D., Meyer M., Tommasi M. Adaptive Text Anonymization: Learning Privacy-Utility Trade-offs via Prompt Optimization [Электронный ресурс] // arXiv.org. – 2026. – URL: <https://arxiv.org/abs/2602.20743> (дата обращения: 01.03.2026).
3. Ризин М. М. Отчет о научно-исследовательской работе. – Иваново : ИГЭУ, 2026. – 44 с.

*С. В. Скворцов, студ.; рук. Н. Н. Елизарова, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СЦЕНАРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА РЫНКЕ

Аналитика, прогнозирование и моделирование в торговле на маркетплейсах – стремительно оформляющаяся самостоятельная сфера, которая определяет конкурентоспособность и жизнеспособность организаций-продавцов в условиях цифровой торговой среды. Существующие инструменты аналитики для продавцов на маркетплейсах страдают от фрагментарности данных, ограниченного прогностического горизонта, отсутствия контекстуальной интерпретации и слабой поддержки сценарного моделирования. Однако все эти недостатки являются частными проявлениями единого системного – реактивной природы инструментария, который фиксирует и объясняет прошлое, но не предупреждает о будущем.

Для устранения этого недостатка разработана информационная технология сценарного моделирования финансовых результатов продавца на маркетплейсе, ориентированная на поддержку принятия решений с учетом неопределенности и риска. Технология предусматривает:

- задание параметров сценария: управляемые параметры (в т. ч. цена, ограничения и цели (маржа и т. д.)) и предположения об изменении внешних факторов (тарифы платформы, издержки и т. д.);
- подготовку и загрузку данных, необходимых для построения сценария (история продаж, тарифы/комиссии, расходы и др.);
- построение R&L-модели для расчета показателей выручки и затрат с итоговой прибылью $\Pi = \sum_{t=1}^T \Pi_t$ на горизонте T (дневной шаг);
- модель спроса с учетом внешних и управляемых факторов;
- вероятностную параметризацию неопределенностей (распределения факторов и их зависимости/корреляции);
- имитационное моделирование Монте-Карло для получения распределений KPI и риск-метрик (квантили, вероятность достижения целевых значений);
- формирование рекомендаций по цене на SKU на основе критерия эффективности при заданных риск-ограничениях и целях;
- применение *backtesting* для проверки качества и калибровки доверия к рекомендациям.

Описанная технология адаптивность организации к резким изменениям во внешней среде, что особенно актуально в текущей ситуации.

*Соколова А.С., аспирант; рук. Н.Н. Елизарова, к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ОЦЕНКА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ПОНЯТИЙНЫХ СТРУКТУР ОБУЧАЮЩЕГОСЯ КАК ОСНОВА ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНТЕНТА

В условиях цифровизации образования актуальной задачей является персонализация учебного контента. Существующие подходы к адаптации не опираются на формализованные модели оценки структуры знаний.

Цель работы – разработка методики оценки влияния когнитивно-образовательных характеристик пользователя на восприятие текста на основе метода иерархических понятийных структур (ИПС) и статистического анализа.

Метод ИПС [1] позволяет структурировать учебный материал по уровням сложности понятий. Для эксперимента был разработан обучающий материал «Кодирование с помощью кода Хэмминга», содержащий 33 понятия, распределённых на четыре иерархических уровня: от простых до очень сложных. В эксперименте участвовали 50 студентов (17–20 лет). После чтения текста испытуемые оценивали понятность каждого понятия по 11-балльной шкале. Обработка данных выполнена в программном комплексе «Логинум».

Результаты показали статистически значимую положительную корреляцию между баллами ЕГЭ и оценкой понятности понятий среднего и высокого уровней. Восприятие простых понятий от уровня подготовки не зависело. Индивидуальные гистограммы знаний подтвердили убывающий тренд оценок при переходе к более сложным уровням. На основе квантования параметров выделены три категории испытуемых: с высокими оценками и умеренным временем чтения (хорошо подготовленные), со средними оценками и увеличенным временем (средний уровень), с низкими оценками и вариативным временем (дефицит знаний).

Таким образом, применение метода ИПС и статистического анализа позволяет объективно оценивать структуру знаний пользователя. Результаты могут служить основой для создания систем персонализированного обучения с динамической адаптацией контента.

Библиографический список

1. Белов, А.А. Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / А.А.Белов // ГОУВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина».- Иваново, 2009. – 424с.

*И.С. Талантов, студ.; рук. М.Н. Козлов, ст. преп.
(ИГЭУ, Иваново)*

ПРИОРИТИЗАЦИЯ ЗАЯВОК ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ МЕТОДОМ RICE

В современных IT-компаниях руководитель проекта сталкивается с проблемой большого количества заявок при разработке и согласовании проектной документации. Частично эта проблема решается внедрением электронного документооборота, однако во многих подобных системах отсутствует объективный механизм приоритизации выполнения задач, что снижает эффективность управления. В результате заявки передаются в работу либо в случайном порядке, либо просто сортируются по убыванию какого-либо признака. Это ведёт к хаотичному переключению между заявками и, как следствие, к срыву сроков. Дополнительные сложности возникают, когда несколько заявок имеют одинаковый срок исполнения: в такой ситуации приходится полагаться на субъективные факторы – важность самого проекта или количество задействованных в разработке документа лиц. Для решения данной проблемы предлагается использовать метод RICE [1], рассчитывается по формуле 1.

$$RICE = \frac{REACH * IMPACT}{EFFORT} * \left(1 + \frac{T_{work}}{T_{line} + 0,1} \right) \quad (1)$$

Внедрение данного метода с учётом временных рамок позволяет системе автоматически расставлять приоритеты задачам, исходя из критериев охвата, влияния, трудозатрат и временных ограничений. Это решает проблему зависания в общем потоке заявок приоритетных задач, а также не даёт важным, но не срочным задачам оставаться всегда в низу списка. В результате, как показывают расчёты, среднее время реакции на критическую заявку сокращается с одного рабочего дня, до одного часа, процент задач, выполняемых не в порядке срочности, падает с 40% до 5%.

Библиографический список

1. Паттин Ф., Казми Р., Гетц П., Альдхагри А., Альса А. RECTV: Повышение эффективности принятия решений в стартапах за счет приоритизации требований, ориентированной на ценность // IEEE Access. 2025. Т. 99. С. 1–1. DOI: 10.1109/ACCESS.2025.3589942.

М.С. Титов, студ.; рук П.В. Буйлов, уч. степень (к.т.н.), уч. звание (доц.) (ИГЭУ, г. Иваново)

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАНА ПИТАНИЯ И ОТДЫХА

Спортсменам необходимо соблюдать правильное питание и отдых для высоких результатов, что требует составления планов с учетом показателей активности, например, с фитнес-устройств. На российском рынке нет готовых решений, учитывающих это. Вследствие чего, предлагается система, учитывающая как биометрию (Bio), так и активность (Fit), ограничения здоровья и предпочтения (H).

$$M, P_{nut}, P_{time} = S(Bio, Fit, H) \quad (1)$$

При расчёте основных параметров плана идёт корректировка показателей за счёт ряда правил. В результате получаем меню (M), профиль нутриентов (P_{nut}) и временной профиль (P_{time}). Одна из основных функций системы – подбор питания (O) к приему пищи (Meal).

$$Meal = (\{o_1 \dots o_m\}, C) = G(P_{time}, P_{nut}, H) \quad (2)$$

Каждый прием пищи описывается набором характеристик (C) и включает несколько альтернативных вариантов блюд и продуктов (o). Каждая альтернатива имеет оценку, которая вычисляется по формуле 3.

$$F(o) = \alpha_1 F_n(o) + \alpha_2 F_p(o) + \alpha_3 F_d(o) + \alpha_4 F_c(o) \quad (3)$$

В данной формуле веса (α_n), перемножаются с оценками соответствия нутриентам (F_n), предпочтениям (F_p), разнообразию (F_d) и совместимости продуктов и блюд (F_c). Для проверки эффективности системы было собрано 2 фокус-группы спортсменов: участники первой использовали разработанную систему, второй – придерживались привычного образа жизни. По итогам двух недель первая группа достигла поставленных целей в среднем на 8% быстрее второй.

Библиографический список

1. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 176 с.
2. Сони́на, А. А. Цифровая трансформация в индустрии спорта // Казань: Молодой ученый, 2022. – С. 42–46.

*А.Е. Углов, студ.; рук. В.В. Натур, к.т.н.
(Мосполитех, г. Москва)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРОКОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

В современных ИТ-проектах, реализуемых с использованием гибких методологий управления, ключевой проблемой является низкая точность оценки сроков выполнения задач. Значительная часть команд систематически не укладывается в установленные сроки, что приводит к увеличению затрат и снижению качества проектов. Одной из основных причин является влияние на процесс планирования когнитивных искажений, таких как ошибка планирования и избыточный оптимизм, приводящих к систематической недооценке трудозатрат.

Традиционные методы оценки (экспертная оценка, Planning Poker, PERT) опираются на субъективное мнение участников и не используют накопленные данные о завершённых задачах, что ограничивает их точность. Наиболее объективным методом является аналоговая оценка, однако её применение может потребовать больших затрат времени из-за необходимости ручного поиска схожих задач.

Перспективным направлением повышения точности планирования является применение методов машинного обучения, позволяющих автоматизировать процесс оценки сроков на основе исторических данных. В работе предложен подход, при котором прогнозирование времени выполнения задачи осуществляется с использованием моделей регрессии, обученных на данных о ранее завершённых задачах.

В качестве признаков модели используются характеристики, доступные на этапе постановки задачи: тип задачи, исполнитель и текстовое описание. Это позволяет сформировать прогноз сроков сразу после создания задачи. Для моделирования выбраны методы градиентного бустинга, реализованные в библиотеке CatBoost, обеспечивающие высокую точность и возможность работы с числовыми и текстовыми признаками без сложной предобработки.

Процесс построения модели включает сбор и очистку данных, формирование обучающей выборки, обучение модели и её последующее применение для прогнозирования. Модель интегрируется в систему управления проектами и автоматически рассчитывает оценку времени выполнения задачи при её создании. После завершения задачи фактическое время сохраняется в базе данных и используется для переобучения модели, что обеспечивает непрерывное повышение точности прогнозов.

*П.С. Харламов, асп.; рук. А.С. Федулов, д.т.н., проф.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, г. Смоленск)*

ИНДЕКС СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТИРУЕМОСТИ МНОГОШАГОВЫХ НЕЧЕТКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

В работе G. L. Klir [1] для задач динамического нечеткого моделирования показано, что применение многошаговых нечетких вычислений неизбежно приводит к расширению носителей результирующих величин. Данный эффект, обусловленный предположением о независимости операндов и субаддитивностью ширины интервальных операций, вызывает быструю деградацию прогностической способности моделей: уже через конечное число итераций функция принадлежности теряет дифференцируемость, охватывая всю допустимую область значений D . В результате вычислительные результаты переходят в состояние «семантической пустоты», теряя информационную ценность для систем поддержки принятия решений.

Для формальной оценки степени размывания предлагается ввести индекс семантической интерпретируемости $I(\tilde{X})$. Пусть нечеткое число $\tilde{X} \in F(\mathbb{R})$ определено на компактной области $D \subset \mathbb{R}$ с диаметром $D_{\max} = \sup D - \inf D$, где $\inf D$ – нижняя граница множества D , $\sup D$ – верхняя граница множества D . Тогда индекс определяется по (1).

$$I(\tilde{X}) = 1 - \frac{w(\tilde{X})}{D_{\max}} \cdot \left(1 - \mu_{\tilde{X}}(\text{core}(\tilde{X}))\right), \quad (1)$$

где

$w(\tilde{X}) = \sup(\text{supp}(\tilde{X})) - \inf(\text{supp}(\tilde{X}))$ – ширина носителя нечеткого числа \tilde{X} , $\mu_{\tilde{X}}(\text{core}(\tilde{X}))$ – степень принадлежности модального значения нечеткого числа.

Формула нормирована так, что $I(\tilde{X}) \in [0, 1]$. Значение, близкое к единице, соответствует высокой локализации неопределенности вокруг ядра, тогда как $I(\tilde{X}) \rightarrow 0$ сигнализирует о потере различимости альтернатив. Индекс является непрерывным функционалом в пространстве нечетких чисел с метрикой Хаусдорфа, что гарантирует устойчивость оценок к малым возмущениям входных данных и позволяет использовать его в качестве стабилизирующего члена в рекуррентных соотношениях.

Библиографический список

1. Klir G.J. Fuzzy arithmetic with requisite constraints // Fuzzy Sets and Systems. 1997. Vol. 91. P. 165–175.

Е.А. Чернова, студ.; рук. П.С. Харламов, асс.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, г. Смоленск)
**НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ АГРЕГАЦИИ РАЗНОРОДНЫХ ДАННЫХ
 СОЦИОКИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ УМНОГО ГОРОДА**

Социокиберфизические системы (СКФС) умного города объединяют транспортные, энергетические и другие подсистемы, функционирующие в условиях высокой гетерогенности данных и их параметрической неопределённости. Классические методы агрегации (например, взвешенное среднее) теряют адекватность при размытых границах состояний городской среды и неполноте измерений.

Предлагается подход на основе аппарата нечёткого вывода для устойчивой интеграции разнородных показателей. В качестве математического аппарата используется нечёткая модель типа Мамдани (рисунок 1). Входной вектор $x = [x_1, \dots, x_n]$ формируется из n гетерогенных потоков входного слоя. Фаззификация реализуется треугольными и трапециевидными функциями принадлежности $\mu_A(x)$, база правил имеет структуру R_k : «ЕСЛИ x_1 есть A_{k1} И ... И x_n есть A_{kn} , то y есть B_k », где A и B – лингвистические термы входных и выходных переменных соответственно. Нечёткий вывод выполняется через \max - \min композицию, агрегация заключений – методом максимума. Дефаззификация осуществляется по центру тяжести (y^*) по (1).

$$y^* = \frac{\int \mu_Y(y) y \, dy}{\int \mu_Y(y) \, dy} \quad (1)$$

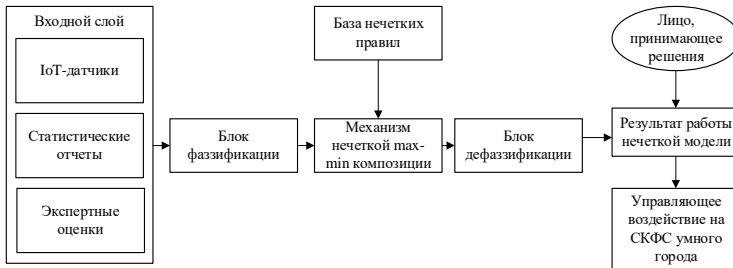


Рисунок 1 – Структура нечеткой модели агрегации разнородных данных СКФС умного города

Сравнение с линейным взвешенным суммированием показало снижение относительной ошибки агрегации на 18,4% при росте неопределённости входов до 30%. Система сохраняет работоспособность при имитации отказа до 15% датчиков.

Е.А. Чернова, студ.; рук. П.С. Харламов, асс.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, г. Смоленск)
**ГИБРИДНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МЕТОД СМЕНЫ
 ПАТТЕРНОВ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
 МАКРОСИСТЕМЫ**

Макросистема умного города представляет собой совокупность взаимосвязанных гетерогенных социально-экономических подсистем, функционирующих в условиях изменяющейся среды. Существующие подходы к управлению её развитием опираются либо на детерминированные модели, игнорирующие неопределённость внешней среды, либо на статические экспертные системы, неспособные к адаптивному переключению режимов при изменении граничных условий. Отсутствие формализованного механизма выбора паттернов, понятие которых предложено И. А. Жужгиной и П. С. Харламовым [1], приводит к субоптимальному распределению ресурсов и снижению отказоустойчивости инфраструктуры.

В связи с этим предлагается гибридный интеллектуальный метод смены паттернов функционирования исследуемой макросистемы. Метод основан на совместном использовании нейросетевого прогнозирования и нечеткого логического вывода. Результаты прогнозирования обрабатываются нечетким модулем принятия решений, который определяет активный паттерн функционирования городской системы. Выбор паттерна определяется интегральной функцией (1), где w – вес фактора x .

$$F = w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 \quad (1)$$

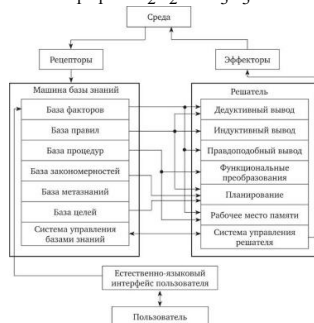


Рисунок 1 – Гибридный интеллектуальный метод смены паттернов развития макросистемы умного города

Библиографический список

1. Жужгина И.А., Харламов П.С. Выявление паттернов развития муниципального образования // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14, № 3-1. – С. 109-120.

*К.Е. Чистякова, студ.; рук. П.В. Буйлов., к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ ТЕЛЕФОННОГО МОШЕННИЧЕСТВА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ГОЛОСОВЫХ ТРИГГЕРОВ

Телефонное мошенничество является острой проблемой в России. Традиционные методы не решают проблему полностью. Разработан метод, основанный на анализе речи в реальном времени, то есть выявление голосовых триггеров.

Предложена классификация семантических триггеров: финансово-регуляторные («безопасный счёт»), коды подтверждения («код из СМС»), социально-бытовые («курьер»), эмоционально-манипулятивные («не кладите трубку»), дипфейк-сценарии. Необходим анализ эмоционального состояния абонента, так как согласно исследованию, в состоянии эмоциональной напряжённости происходят изменения формальных признаков речи на уровне темпа, ритма и ошибок [1].

Разработана концепция гибридной системы, объединяющая проверку номера по базе подозрительных номеров и локальный анализ речевого контента (ASR и NLP). Точность NLP-моделей достигает 91,4% [2]. Система распознаёт ключевые слова-триггеры, отслеживает динамику разговора: сравнивает темп речи, интонационную напряжённость с предыдущими минутами, выявляет резкие изменения.

Каждому обнаруженному триггеру и отклонению от нормального поведения абонента присваивается весовой коэффициент. Блокировка звонка и отправка СМС-предупреждения происходят при превышении суммарного порога взвешенной оценки риска.

Подход обеспечивает вмешательство в реальном времени. В отличие от существующих систем, гибридная система учитывает как формальные признаки, так и речевое поведение абонента, включая динамику темпа, пауз и эмоционального состояния. Это позволяет выявлять мошенничество на ранней стадии, не дожидаясь перевода денег.

Библиографический список

1. **Жабин Д.В., Иванова В.Ю.** Психолингвистический анализ звучащей речи в условиях патофизиологического (травматического) фактора стресса // Вестник Костромского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 153–159.
2. Что такое NLP (Natural Language Processing) и как он работает // Sky.pro : [сайт]. – URL: <https://sky.pro/wiki/analytics/nlp-natural-language-processing--что-это-и-как-работает/> (дата обращения: 31.03.2026).

*Е.Е. Шуголь, студ.; рук. Рудаков Н.В., ст. преп.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМАНДИРОВОЧНЫХ РАСХОДОВ

В АО «Информатика» учёт командировок имеет базовый подход - сравнение суммарных фактических расходов с единым лимитом – это не позволяет выявить структуру отклонений и прогнозировать тенденции. Разработана комплексная модель, включающая покомпонентное нормирование, взвешенную оценку и анализ тренда.

Лимит каждой командировки $c \in C$ раскладывается на три отдельно рассчитывающихся составляющие: суточные - $L_1(c)$; транспортные - $L_2(c)$; прочие - $L_3(c)$. Весовые коэффициенты w_i составляющих определяются по МАИ.

Ключевым расчётным показателем является взвешенный индекс эффективности $I(c)$ - средневзвешенное частичных экономий по составляющим, формула (1):

$$I(c) = \sum_i \frac{L_i(c) - E_i(c)}{L_i(c)} \times 100\%, \quad (1)$$

где: $E_i(c)$ - фактические расходы по i -й составляющей, руб;

w_i - весовой коэффициент ($\sum w_i = 1$);

$L_i(c)$ - нормативный лимит по составляющей i .

По значению $I(c)$ командировке присваивается статус: зелёный - $I(c) > 10\%$, жёлтый - $0-10\%$, красный - $I(c) < 0\%$. Для выявления тенденций рассчитывается линейный тренд по МНК.

Проверка работы модели на исторических данных за квартал показала повышение точности финансового контроля и сокращение временных затрат.

Метод обработки	Точность расчета, %	Время формирования, мин	Эффективность, %
Ручной	84,2	45	78,5
Модель	99,5	2	98,1

Таким образом, применение математической модели в подсистеме аналитики обеспечивает объективную оценку командировочных расходов, автоматизирует выявление неэффективных затрат и создает основу для оптимизации бюджета компании.

Библиографический список

1. Степанова, Н.В. Порядок учета командировочных расходов в 2025 году / Учет и налоги при ОСНО, УСН, - 2025.
2. Тхамокова С. М., Варитлов З. А. Методы управленческого анализа / Инновационная наука. - 2024. - №11-1-1.

Р. С. Якунин, студент (КНИТУ, г. Казань)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЛ-МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БЫТОВОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

Краткосрочное прогнозирование электропотребления важно для анализа режимов нагрузки и повышения эффективности управления энергосистемами.

Целью данной работы является сравнение моделей машинного обучения (метод, уже доказавший свою эффективность [1]) для прогнозирования энергопотребления и выбор модели с наименьшей ошибкой. Использован набор данных UCI Individual Household Electric Power Consumption[2], содержащий измерения одного домохозяйства. В качестве целевой переменной выбран показатель `Global_active_power`.

При подготовке данных объединены дата и время и построены дополнительные признаки (например, среднее потребление в час). Сравнивались модели `Random Forest`, `HistGradientBoostingRegressor` и `CatBoostRegressor`. Качество оценивалось по метрикам MAE и RMSE на тестовой выборке без случайного перемешивания.

Таблица 1 – Показатели различных моделей

Модель	MAE	RMSE
Random Forest	0.334	0.485
HistGradientBoosting	0.329	0.476
CatBoost	0.329	0.474

Наилучший результат по RMSE показал `CatBoostRegressor`, по MAE - `HistGradientBoostingRegressor`. При этом абсолютная ошибка остается заметной, что связано с высоким разбросом бытового электропотребления.

Библиографический список

- Shi J., Wang Z.** A hybrid forecast model for household electric power by fusing landmark-based spectral clustering and deep learning //Sustainability. – 2022. – Т. 14. – №. 15. – С. 9255.
- Hebrail G., Berard A.** Individual household electric power consumption data set //UCI Machine Learning Repository. – 2012.

СЕКЦИЯ 26
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Председатель –
д.т.н., профессор **Косяков С. В.**

Секретарь –
ст. преп. **Гадалов А.Б.**

*А.А. Абрамов, студ.; рук. Е.Р. Пантелеев, д.т.н., профессор
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИИ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ ФОТОГРАФИЙ

В условиях роста объемов визуального контента возникает потребность в системах семантической интерпретации изображений. Онтологии – формальные модели знаний – обеспечивают логический вывод и единообразную интерпретацию данных.

В рамках исследования разработана онтология, призванная ответить на следующие вопросы:

1. К какому типу относится сцена (интерьер или экстерьер)?
2. Какие объекты присутствуют на фото и каковы их атрибуты (цвет, высота, возраст)?

Для получения этих ответов на языке OWL в нотации RDF/XML была спроектирована структура, центральным классом которой является Photo.

Ключевое преимущество - возможность логического вывода с использованием конструкций owl:equivalentClass и owl:Restriction. Например, если у сцены есть свойство hasLighting со значением LampLight (класс ArtificialLight), система автоматически классифицирует эту сцену как Interior.

Практическое применение онтологии демонстрируют следующие примеры запросов:

- **Запрос:** «Найти все фотографии, сделанные в помещении».
Ответ: благодаря правилу вывода, сцены с лампой (LampLight) или свечой (CandleLight) будут определены как Interior, что позволит найти соответствующие снимки. (Например, фото «Офис» или «Кухня»).
- **Запрос:** «Найти фотографии, на которых одновременно присутствуют человек и животное».
Ответ: Используя объектное свойство hasObject, система выполнит пересечение: отберет фотографии, где среди объектов есть индивидуал типа Person и индивидуал типа Animal. (Например, фото «Девочка с собакой»).

Разработанная онтология применима для семантического поиска по фотоколлекциям и может служить основой для интеграции с системами компьютерного зрения.

Библиографический список

1. Carbonaro, Antonella. (2009). Ontology-based video retrieval. International Journal of Digital Culture and Electronic Tourism. 1. 10.1504/IJDCET.2009.515654 (https://www.researchgate.net/publication/245529050_Ontology-based_video_retrieval).

*А.А.Адамова рук д.т.н проф. С.В. Косяков
(ИГЭУ, Иваново)*

GENBI: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ SQL И ВИЗУАЛИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LLM

Современные системы бизнес-аналитики (BI) предоставляют мощные инструменты визуализации и отчетности, однако ограничены при построении сложных аналитических запросов. Продвинутый анализ данных по-прежнему требует знания SQL и прямого взаимодействия с базами данных, что увеличивает временные затраты и снижает доступность аналитики для нетехнических пользователей.

В работе представлен проект GenBI — интеллектуальная подсистема BI, предназначенная для автоматизации генерации SQL-запросов и визуализации данных с использованием больших языковых моделей (LLM). Система позволяет формулировать аналитические запросы на естественном языке, снижая барьер между пользователями и данными.

Проведено сравнительное исследование четырех подходов text-to-SQL: Vanna.ai, генерация на основе промптов, одноагентная и многоагентная архитектуры. Оценка выполнялась с использованием модели Qwen2.5-7B-Instruct на наборе данных с парами «вопрос–SQL» различной сложности. В качестве метрик использовались семантическая точность, точность выполнения и стабильность, отражающие как корректность, так и устойчивость сгенерированных SQL-запросов.

Результаты показали, что подход на основе промптов обеспечивает наилучший баланс точности, стабильности и вычислительной эффективности: семантическая точность — 87,1%, точность выполнения — 93,5%, стабильность — 96,8%. Агентные подходы продемонстрировали меньшую воспроизводимость, а Vanna.ai был исключен из-за ограничений безопасности и слабой адаптации к предметной области.

Полученные результаты подтверждают, что интеграция LLM в BI-процессы повышает эффективность аналитики за счет автоматизации SQL и визуализации, обеспечивая гибкость без необходимости глубоких технических знаний.

Дальнейшие исследования будут направлены на улучшение методов промпт-инжиниринга, внедрение техник few-shot обучения, автоматизацию извлечения схем базы данных (DDL), а также разработку словарей предметно-ориентированной терминологии для применения в индустриальных системах.

*А.А.Бойцов рук к.т.н доц. А.Б.Гнатюк
(ИГЭУ, Иваново)*

СИСТЕМА ДИНАМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ВЕБ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

В современных веб-системах и цифровых сервисах значительная часть трафика формируется автоматизированными агентами, что приводит к искажению статистики посещаемости, снижению качества аналитики и возникновению фрода в рекламных системах. Традиционные методы выявления ботов, основанные на анализе IP-адресов, сигнатур браузеров и статических правил, теряют эффективность из-за развития инструментов автоматизации, способных имитировать поведение реальных пользователей и обходить базовые механизмы защиты.

В данной работе предлагается система динамической оценки достоверности веб-пользователя, основанная на гибридном анализе поведенческих и технических признаков. В отличие от статических подходов, система формирует непрерывный коэффициент доверия, который обновляется по мере накопления данных о пользователе и отражает вероятность того, что пользователь является реальным.

Метод основан на сборе и обработке пользовательских событий, включая движение курсора, прокрутку страницы, временные характеристики взаимодействия и другие поведенческие признаки. Дополнительно учитываются технические параметры, такие как User-Agent, IP-адрес и цифровой отпечаток устройства (fingerprint), позволяющие повысить устойчивость идентификации в условиях отсутствия стабильных cookie-идентификаторов.

Предлагаемая архитектура сочетает статистические методы обработки агрегированных данных с элементами машинного обучения для анализа сложных поведенческих паттернов. Обновление коэффициента доверия осуществляется инкрементально, что позволяет учитывать как текущую активность пользователя в рамках сессии, так и его долгосрочную историю.

Результаты проведённого анализа показывают, что комбинированный подход позволяет повысить точность выявления автоматизированного трафика и снизить влияние ложных срабатываний по сравнению с традиционными сигнатурными методами. Система ориентирована на обработку данных в режиме, приближенном к реальному времени, и может быть масштабирована для работы с большими объёмами веб-трафика.

*Е.В. Болонин, студ.; рук. Е.Б. Игнатъев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА МИКРОСЕРВИСА ТРАНСЛЯЦИИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА В SQL-ЗАПРОСЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИНАМИЧЕСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СХЕМЫ БАЗЫ ДАННЫХ

Интеграция больших языковых моделей (LLM) в корпоративные системы аналитики ограничена размером контекстного окна и склонностью к галлюцинациям при работе с масштабными базами данных [2]. В работе представлена архитектура микросервиса, осуществляющего перевод запросов на естественном языке в валидный SQL-запрос. Основным решением проблемы обработки избыточного контекста выступает механизм динамической фильтрации на основе технологии поиска с дополненной генерацией (RAG). Архитектура конвейера строго разделена на три изолированных этапа, обеспечивающих высокую производительность системы. При подготовке данных DDL-скрипты транслируются в текстовые описания и векторизуются моделями bge-m3 в ChromaDB, при этом сохраняются реляционные связи по внешним ключам (Foreign Keys). На этапе семантического поиска извлекаются исключительно релевантные таблицы, автоматически подтягивая связанные сущности для гарантии ссылочной целостности. Завершающий этап генерации использует отфильтрованную схему и системный промпт для формирования детерминированного ответа локальными моделями (Qwen 2.5 Coder, Llama 3 8B) через vLLM. Валидация качества семантического поиска и точности выполнения сгенерированного кода проводится на открытом бенчмарке BIRD [1], включающем сложные многотабличные структуры и реальные бизнес-запросы. Предложенный конвейер обеспечивает безопасное выполнение Text2SQL-задач в закрытом контуре без передачи данных сторонним API. Внедрение микросервиса существенно снижает порог входа для бизнес-пользователей, позволяя извлекать аналитические инсайты без знания синтаксиса БД. Независимость модулей поиска и генерации закладывает фундамент для легкого масштабирования, а в перспективе планируется внедрение механизма самокоррекции (Self-Correction) запросов на основе логов SQL-движка.

Библиографический список

1. **Li J. et al.** Can LLM Already Serve as A Database Interface? A Big Bench for Large-Scale Database Grounded Text-to-SQL // *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*. – 2023. – Vol. 36.
2. **Gao D. et al.** Text-to-SQL Empowered by Large Language Models: A Benchmark Evaluation // *arXiv preprint arXiv:2308.15363*. – 2023.

*М.В. Бордя, студент; А.М. Тамбовцев (преподаватель)
(ГБПОУ города Москвы колледж связи №54 им. П.М. Вострухина)*

РАЗРАБОТКА ЧАТ-СЕРВЕРА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ НА ЯЗЫКЕ GO С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ WEBSOCKET И JWT-АУТЕНТИФИКАЦИИ

Управление корпоративными данными занимает ключевое место в работе любой организации. Актуальность работы обусловлена потребностью в системах обмена сообщениями, которые любая команда может развернуть на собственной инфраструктуре, расширять бизнес-логику под свои требования и не зависеть от ограничений публичного API. Представляю open-source чат-сервер, лишенный ограничений закрытых платформ, реализующий доставку сообщений в реальном времени, аутентификацию пользователей и надежное хранение истории.

Шифрование сообщений через AES-GCM работает на арифметике в полях Галуа, проверка уникальности имён пользователей происходит через Bloom-фильтр. Подпись JWT-токенов через HMAC-SHA256 держится на вычислительной сложности, поэтому токен нельзя подделать. В идею архитектуры заложен протокол полнодуплексной связи WebSocket (RFC 6455), что устраняет необходимость в постоянном polling'e, используя одно открытое TCP-соединение. Рассылает сообщения паттерн Hub/Client, исключающий гонку данных при параллельной записи. Аутентификация реализована на базе стандарта JWT (RFC 7519). Сервер подписывает токен ключом HMAC-SHA256 и верифицирует его без хранения сессий. Слой хранения данных (пакет storage) абстрагирован с помощью паттерна Repository. Управление схемой базы данных осуществляется через версионированные SQL-миграции. Применение вероятностной структуры данных, Bloom-фильтра, который гидрируется из базы при старте сервера и позволяет осуществлять предварительную проверку уникальности имени пользователя без обращения к СУБД, в приложении реализована защита от спама с помощью алгоритма Token Bucket (rate limiting) на уровне HTTP и WebSocket и обеспечена защита от уязвимости path traversal при скачивании файлов. Получен продукт - полноценный серверный компонент, готовый к использованию (<https://projx-production.up.railway.app>).

Библиографический список

1. Спецификация протокола WebSocket (RFC 6455) // <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6455>.
2. Пакет [golang.org/x/time/rate](https://pkg.go.dev/golang.org/x/time/rate) для реализации алгоритма Token Bucket // <https://pkg.go.dev/golang.org/x/time/rate>.

*Ш.М. Борисов, студент;
рук. А.Б. Гадалов, ст. преподаватель (ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОНЛАЙН ОЛИМПИАД ПО СПОРТИВНОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Организация соревнований по программированию требует сложной технической инфраструктуры для автоматической проверки кода и мониторинга результатов. Существующие системы [1] часто сложны в настройке для локальных учебных целей, что делает актуальной разработку доступных инструментов для проведения конкурсов. В работе рассматривается создание веб-платформы, объединяющей систему тестирования и интерфейс управления олимпиадами.

В ходе работы были решены следующие задачи:

1. Проектирование структуры приложения для управления задачами и подачи решений участниками.
2. Реализация модуля автоматической проверки кода в изолированной среде.
3. Создание системы ранжирования и отображения результатов в реальном времени.

Платформа автоматизирует процесс проверки задач и снижает нагрузку на организаторов. Использование веб-интерфейса обеспечивает доступность системы через браузер, упрощая проведение соревнований.

Практическая значимость работы заключается в возможности внедрения платформы в учебный процесс вузов и школ для проведения олимпиад и контрольных работ по программированию.

Библиографический список

1. <https://codeforces.com/help>

*Д.А. Ветров, преп. СПО
(Смоленский филиал РАНХиГС, Смоленск)
рук. П.С. Харламов, асс.*

(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТОДА DATA LAKE НА БЕЗОПАСНОСТЬ БАЗ ДАННЫХ

Базы данных вне зависимости от времени являются одной из самых востребованных составляющих информационных систем предприятия. От выбора типа базы данных и системы управления ей (СУБД) напрямую зависит способ работы с данными в организации и их безопасность. Классические СУБД уязвимы к множеству распространённых типов атак (SQL-инъекции, DDOS-атаки, АРТ-атаки), приводящих как к нарушению целостности данных, так и к их утечкам. Одним из способов решения данной проблемы может служить внедрение технологий «Озера данных» (Data Lake), работающих как фильтр для всех данных и запросов, входящих в систему. Как указано на рисунке 1, это может решить проблемы как чистого Data Lake, так и традиционных реляционных СУБД.

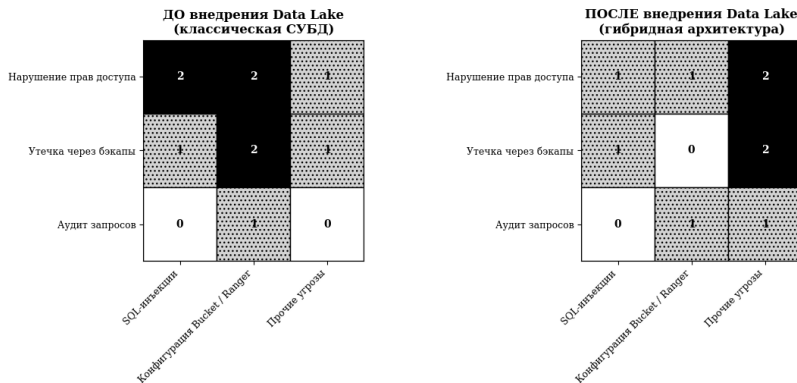


Рисунок 1 – Миграция ландшафта угроз после внедрения Data Lake

Внедрение гибридной архитектуры базы данных позволит полностью устранить риск утечки в связи с двойным мониторингом файлов и ведением логов в Bucket (контейнере Data Lake). Из-за усложнения структуры снижается и риск неправомерного доступа к данным. Однако, растут прочие угрозы, такие как отравление кэша, действие файлов с вредоносной структурой внутри базы данных и атаки на шифрование, усложняются и политики безопасности. Поэтому, такая схема подойдёт для уменьшения влияния более распространённых угроз и атак, но не является абсолютно безопасной.

**Д.А. Ветров, преп. СПО
(Смоленский филиал РАНХиГС, Смоленск)
рук. П.С. Харламов, асс.**

(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ КОМПОЗИЦИИ И АППРОКСИМАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УЗКОСПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КОММЕРЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Современные организации всё чаще сталкиваются с проблемами неопределённости входных данных для анализа маркетинговой информации, диагностических обследований, кредитного скоринга. В таких условиях традиционные математические модели могут приводить к ошибкам или избыточности данных. Использование нечеткой композиции позволяет обрабатывать лингвистически заданные экспертные правила с сохранением семантики, снижая ошибку классификации на 12-18% по сравнению с бинарными логическими схемами, а качественная аппроксимация позволит также сократить время прогнозирования без значительной потери точности обучения [1].

Для демонстрации предлагаемого подхода была разработана система нечёткого вывода на основе алгоритма Мамдани, реализованная в среде Python с использованием библиотеки scikit-fuzzy. В качестве примера выбрана задача автоматического расчёта величины торговой скидки в зависимости от двух входных параметров: индекса сезонности и уровня складских остатков. Это типовая операция в узкоспециализированных ERP-системах розничной торговли.

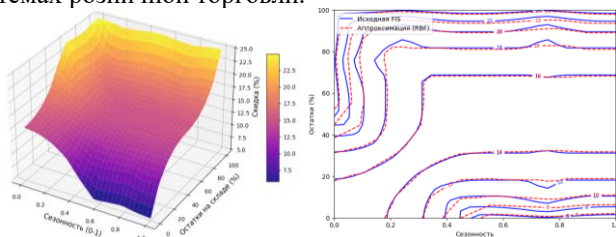


Рисунок 1 – Аппроксимационная поверхность и сравнение её изолиний с исходной

Полученные данные позволяют сделать вывод о гибкости показателей при нечёткой композиции и отсутствии значительного снижения точности после процесса аппроксимации.

Библиографический список

1. Харламов П.С. Нейро-нечеткие и имитационные модели при ролевом подходе в менеджменте организации // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности. Могилев.: БРУ, 2023. с. 167.

*А.Ю. Дятлов, студ.; Д.А. Ветров, преп. СПО
(Смоленский филиал РАНХиГС, Смоленск)*

рук. П.С. Харламов, асс.

(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, г. Смоленск)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ И УСТРАНЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ CI/CD

Обеспечение бесперебойной работы информационных систем является основополагающей задачей в условиях сопровождения клиенто-ориентированных приложений [1]. Системы непрерывной интеграции и доставки (CI/CD системы) позволяют усовершенствовать описанный процесс, ускорив обнаружение неисправностей, адресную доставку критических исправлений и сделав мониторинг показателей информационной системы автоматизированным и непрерывным. Системы CI/CD могут быть использованы в рамках множества методологий и в различных процессах, а также автоматизировать систему комплексно, что представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ способов использования CI/CD при работе с компьютерными системами

Способ	Способ применения	Основные ограничения
Непрерывное отслеживание показателей	Мониторинг событий и показателей с целью реализации упреждающих воздействий	Избыточные данные, нагрузка на систему, возможные неточности при начальной настройке
Проверка исходных текстов и настроек без запуска	Автоматизированная проверка исходного кода и настроек приложения перед запуском	Невозможность выявления ошибок логики работы и взаимодействия служб.
Корневое сканирование	Выявление ошибок в сопоставлении текущих логов системы с журналами сбоев	Наличие размеченного хранилища данных (журнала сбоев)
Виртуализированное управляемое тестирование	Мониторинг работы системы в параллельной виртуальной среде и сравнение показателей с внедрённым продуктом	Несопоставимость данных виртуальной машины с реальными условиями, ошибки проектирования

Наибольшую эффективность в вышеописанных сценариях показывают системы TeamCity и CircleCI. Они могут реализовывать все методы комплексно и одновременно, что позволяет обойти все значительные ограничения и показать наибольшую эффективность.

Библиографический список

1. Звягинцев Д.А. Эффективность применения PESTEL-анализа на этапе планирования разработки промышленно-ориентированных мобильных приложений // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. Орёл.: РАНХиГС, 2025. С. 44-48.

Л.С. Марков, студ; Т.А. Второва, студ; рук. Е.Р. Пантелеев, д.т.н., проф. (ИГЭУ, Иваново)

ВИРТУАЛЬНАЯ ПОДСИСТЕМА ИСПОЛНЕНИЯ ЗАПРОСОВ ДЛЯ СУБД POSTGRES

Современные серверы оснащены мощными графическими процессорами, способными выполнять миллиарды операций параллельно. Однако СУБД Postgres практически не использует этот ресурс, так как архитектура системы изначально не предполагала ничего подобного.

В данной работе предлагается концепция Virtual Execution System (VES) — абстрактного интерфейса, изолирующего логику запроса от способа его физического исполнения. Интерфейс работает на уровне поддеревьев плана запроса. Метод `cap_handle` получает корневой узел поддерева и рекурсивно оценивает, способна ли подключённая реализация взять на себя его исполнение целиком. Только перехватывая поддерево целиком, GPU может удерживать промежуточные данные в собственной памяти, избегая дорогостоящих передач через шину PCIe на каждом шаге. Контрактом передачи данных между Postgres и VES-реализацией служит формат Apache Arrow — открытый стандарт колоночного представления данных в памяти. Это позволяет GPU-библиотекам, поддерживающим Arrow, таким как NVIDIA RAPIDS, подключаться как VES-реализация без написания низкоуровневого кода.

Такой подход открывает возможности для интегрирования GPU как исполнителя аналитических запросов, сохраняя при этом возможность использования CPU для OLTP.

Библиографический список

- 1. SIMD Groups** [Электронный ресурс]. URL: <https://developer.apple.com/documentation/metal/creating-threads-and-threadgroups?language=%20objc> (дата обращения 04.03.2026)

*Е. А. Дробышевский, студ.; рук. И. В. Дорощенко
(ГГТУ им П.О. Сухого, г. Гомель, Республика Беларусь)*

WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОСТИНСУЛЬТНОГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА И ПОДБОРА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЛЕЧЕНИЮ

При организации медицинской помощи пациентам с постинсультными болевыми синдромами критически важен анализ существующих диагностических методик, позволяющий создать эффективный инструмент дифференциальной диагностики и оптимизировать алгоритмы клинической оценки. Современные подходы к диагностике постинсультной боли можно разделить на три категории: нестандартизированная клиническая оценка врача; применение отдельных валидированных шкал (VAS, DN4, CSI); комплексные системы с автоматизированной обработкой результатов.

Целью работы является разработка специализированного web-приложения с набором диагностических инструментов, обеспечивающих дифференциальную диагностику патогенетических подтипов постинсультного болевого синдрома. Архитектура системы базируется на клиент-серверной парадигме с централизованным хранилищем медицинских данных.

Реализованный функционал включает: систему ролевого доступа с разграничением прав врача и пациента; двухфакторную аутентификацию на основе одноразовых кодов, передаваемых по электронной почте; модуль VAS для количественной оценки интенсивности боли с фиксацией её длительности; опросник DN4 для выявления нейропатического компонента [1]; опросник CSI для оценки дисфункционального болевого синдрома [2]; автоматизированный алгоритм классификации на основе совокупного анализа результатов DN4, VAS и CSI; автоматизированную выдачу рекомендаций по фармакотерапии на основе результатов диагностики.

Web-приложение реализует кроссплатформенность и интеграцию с электронными медицинскими картами. Разработанное приложение предназначено для клинической практики неврологических отделений и реабилитационных центров.

Библиографический список

1. **Клиланд Ч. С.** Краткий опросник боли: применение в клинической практике / Ч. С. Клиланд. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 200 с.
2. **Есин О.Р.,** Горобец Е.А., Хайруллин И.Х. и др. Опросник центральной сенситизации — русскоязычная версия. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2020;120(6):51-56.

*Е.И. Зверев, студ.; рук. А.Л. Алыкова
(ИГЭУ им. В.И. Ленина, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ДВИЖКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИГР В ЖАНРЕ ROGUELIKE

Компьютерные игры преодолели путь от достаточно примитивных приложений до программных продуктов, по сложности сопоставимых с современными корпоративными системами. Как следствие, появились игровые движки – инструменты, призванные упростить разработку подобных приложений. В настоящее время игровых движков существует немало: Unity, Godot, Cocos2d-x. И они, как правило, позиционируются как универсальные. Однако из-за некоторой специфики жанра roguelike, существующие решения для него не подходят.

Для решения этой проблемы был разработан движок, ориентированный на разработку игр в жанре roguelike, который рассматривается в докладе. Он является гибкой системой, состоящей из 4 ключевых подсистем: 1 – «Ядро»; 2 – «Графика»; 3 – «Сущность»; 4 – «Уровень». Система построена на базе модифицированной гексагональной архитектуры [1] с ядром, отвечающим за загрузку и запуск компонентов (подсистем), необходимых для работы игрового приложения. Каждый компонент является полностью изолированным, однако он способен общаться с другими подсистемами с помощью системы сообщений, которые посредством механизма туннелей преобразуются в нужный получателю формат. «Ядро» служит исключительно связующим элементом для всех остальных подсистем, а они уже предоставляют то, что нужно игровым проектам.

Реализация системы выполнена на языке программирования Java с использованием системы сборки Gradle, что обеспечивает кроссплатформенность и позволяет с минимальными усилиями разделить кодовую базу на отдельные модули для их дальнейшей публикации.

В итоге получен многомодульный проект, доступный для использования в качестве библиотеки, который удовлетворяет следующим критериям: «подстраиваемость» под конкретный проект, кроссплатформенность, отсутствие необходимости создания механик данного жанра «с нуля» и наличие инструментов, специфичных для roguelike-игр. Работоспособность системы прошла апробацию при создании демонстрационного приложения, что позволило убедиться в состоятельности применённых концепций и задействованных механизмов.

Библиографический список

1. Nunkesser R. Using Hexagonal Architecture for Mobile Applications //ICSOFT. – 2022. – С. 113-120.

С.Д. Критский, студент;
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель (ИГЭУ, г. Иваново)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CUDA ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИЙ НА БОЛЬШИХ СЕТКАХ**

Моделирование распространения эпидемий является важной задачей, позволяющей анализировать динамику заражения и оценивать влияние различных факторов на развитие эпидемиологической ситуации. При использовании дискретных моделей на больших сетках вычислительная нагрузка существенно возрастает, поскольку требуется одновременно обрабатывать состояние большого числа элементов системы. В связи с этим применение технологии CUDA, обеспечивающей параллельное выполнение вычислений на графическом процессоре, позволяет значительно повысить производительность моделирования. В данной работе рассматривается использование CUDA для моделирования распространения эпидемий на больших сетках с возможностью анализа изменения состояния системы во времени.

1. Построение модели распространения эпидемии на двумерной сетке, в которой состояние каждой ячейки изменяется в зависимости от заданных правил взаимодействия с соседними элементами.
2. Реализация алгоритма с использованием CUDA для параллельного обновления состояний ячеек и ускорения расчётов на больших объёмах данных.
3. Разработка программного приложения, позволяющего задавать параметры моделирования и наблюдать динамику распространения эпидемии.

Практическая значимость работы заключается в демонстрации возможностей технологии CUDA при решении задач имитационного моделирования. Использование графического процессора позволяет сократить время расчётов и повысить эффективность анализа моделей с большим числом элементов. Разработанное приложение может быть использовано в учебных целях, а также для исследования динамических процессов в дискретных системах.

Библиографический список

1. <https://www.nvidia.com/pl-pl>
2. Зори С. А., Бездетный Н. А. Разработка модели и симуляции распространения эпидемии вируса с использованием игрового движка Unity // Информатика и кибернетика.

С.Д. Критский, студент;
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель (ИГЭУ, г. Иваново)

**РАЗРАБОТКА CUDA-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ
ГЕНЕРАЦИИ ШУМА ПЕРЛИНА С ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ
РЕЗУЛЬТАТОВ**

Шум Перлина широко используется в компьютерной графике, моделировании и процедурной генерации текстур, ландшафтов и визуальных эффектов. Его применение позволяет формировать реалистичные неоднородные структуры, однако при генерации изображений большого размера вычислительные затраты существенно возрастают. В связи с этим использование технологии CUDA, обеспечивающей параллельную обработку данных на графическом процессоре, является эффективным способом повышения производительности. В данной работе рассматривается разработка CUDA-приложения для параллельной генерации шума Перлина с визуализацией результатов.

1. Изучение алгоритма генерации шума Перлина и определение его основных вычислительных этапов, подлежащих распараллеливанию.
2. Реализация алгоритма с использованием CUDA для параллельного вычисления значений шума на множестве точек двумерного пространства.
3. Разработка программного приложения, обеспечивающего настройку параметров генерации и визуальное представление полученных результатов.

Практическая значимость работы заключается в создании программного средства, объединяющего высокую скорость вычислений и наглядное представление результатов генерации. Использование CUDA позволяет сократить время построения шумовых изображений, а визуализация облегчает анализ влияния параметров алгоритма на итоговую структуру. Разработанное приложение может быть использовано в учебных целях, при изучении параллельных вычислений, а также в задачах компьютерной графики и процедурной генерации.

Библиографический список

1. <https://www.nvidia.com/pl-pl>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Шум_Перлина
3. <https://habr.com/ru/articles/265775>

*Л.М. Ксенофонтов, студ.; рук. С.Г.Сидоров к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОГО АЛГОРИТМА ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ РОЕМ БПЛА

В настоящее время значительно возрос интерес к групповому применению беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Традиционные централизованные системы управления роем обладают существенным недостатком — наличием единой точки отказа. В работе предложен нейросетевой подход к децентрализованному управлению роем БПЛА, основанный на интеграции классической модели роевого поведения Voids с методами глубокого обучения с подкреплением.

Целью исследования является разработка алгоритма, обеспечивающего автономное принятие решений каждым БПЛА на основе только локальной информации о соседних аппаратах и окружающей обстановке. В качестве базовой модели выбран алгоритм Voids, весовые коэффициенты которого (сплочённость, выравнивание и разделение) динамически рассчитываются нейронной сетью — многослойным перцептроном. Обучение нейросети осуществляется с помощью алгоритма Proximal Policy Optimization (PPO).

Для верификации и отладки алгоритма выбрана симуляционная среда Gazebo совместно с ROS 2. Данная платформа позволила провести эксперименты с группами до 10–15 агентов. Разработан программный прототип, в котором каждый БПЛА реализован как отдельный ROS-узел и обменивается данными только с ближайшими соседями по принципу mesh-сети. Архитектура тестировалась на ключевых сценариях: поддержание формации, обход препятствий и сохранение работоспособности роя при потере отдельных агентов.

Результаты проведённых симуляций демонстрируют перспективность предложенного гибридного подхода и показывают улучшение адаптивности и отказоустойчивости системы по сравнению с классическим алгоритмом Voids. Вместе с тем, полученные данные подтверждают необходимость дальнейших исследований, связанных с оптимизацией вычислительной эффективности нейросети и переносом алгоритма на реальные аппаратные платформы.

Библиографический список

1. Ситников А. В. Анализ существующих систем роевого интеллекта для координированного полета дронов самолетного типа // Кибернетика и программирование. 2025. № 2. С. 12–28.

*А.Е. Куликов, студ.; рук. А.Б. Гадалов,
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАМИ В AI-АГЕНТАХ НА ОСНОВЕ ВЕКТОРНОГО ПОИСКА (RAG)

В современных системах с использованием AI-агентов, таких как LangChain [1], разработчики наделяют агента большим количеством инструментов для выполнения различных задач. Как правило, описание всех доступных инструментов передаётся агенту напрямую в виде промпта. Однако при увеличении их числа модель начинает хуже ориентироваться в возможностях, растёт вероятность галлюцинаций и снижается точность выбора подходящего инструмента.

В данной работе предлагается подход, решающий эту проблему за счёт предварительного отбора релевантных инструментов. Вместо передачи полного списка используется механизм выборки: описания инструментов преобразуются в векторное представление и сохраняются в векторной базе данных, после чего по запросу пользователя извлекаются к наиболее подходящих инструментов.

Данный подход можно рассматривать как адаптацию метода Retrieval-Augmented Generation (RAG) [2] к задаче управления инструментами в AI-агентах. Это снижает нагрузку на модель, уменьшает количество ошибок и повышает устойчивость системы.

Предложенная архитектура особенно актуальна для систем с большим числом инструментов. Ограничение контекста только релевантными инструментами позволяет повысить качество работы агента без изменения самой языковой модели.

Библиографический список

1. LangChain: URL: <https://www.langchain.com> (дата обращения: 16.04.2026).
2. Lewis, P. et al., «Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks», 2020.

*М. А. Лазовой, студ.; рук. И. В. Дорощенко
(ГГТУ им П. О. Сухого, г. Гомель, Республика Беларусь)*

СИСТЕМА АУТЕНТИФИКАЦИИ И АУДИТА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ИОТ-ПЛАТФОРМЕ С ИНТЕГРАЦИЕЙ В КОРПОРАТИВНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ БЕЗОПАСНОСТИ

Расширение применения IoT-платформ в промышленной среде сопровождается ужесточением требований к управлению доступом и регистрации действий пользователей. Традиционные подходы, основанные на локальных учётных записях платформы, не обеспечивают централизованного управления идентификацией и не интегрируются с корпоративными системами безопасности [1, 2].

Целью работы являлась разработка системы аутентификации пользователей IoT-платформы ThingsBoard через корпоративный Active Directory и централизованной передачи аудиторских событий в SIEM-систему предприятия.

Реализованный функционал включает: интеграцию ThingsBoard CE с Keycloak по протоколу OAuth2; подключение Keycloak к Active Directory по протоколу LDAP; развёртывание Nginx с фиксацией IP-адреса, времени и типа каждого запроса; сервис на языке Java, осуществляющий опрос журнала аудита ThingsBoard через REST API и передачу агрегированных записей в SIEM по протоколу Syslog.

Итоговая запись содержит: идентификатор пользователя, IP-адрес, временную метку, устройство и тип действия. Архитектура построена по принципу разделения ответственности. Применение стандартных протоколов LDAP, OAuth2 и Syslog обеспечивает совместимость с корпоративным программным обеспечением.

Разработанная система позволяет привести управление доступом и аудит действий пользователей IoT-платформы в соответствие с политиками информационной безопасности предприятия без замены существующей платформы.

Библиографический список

1. **Шаньгин, В. Ф.** Информационная безопасность компьютерных систем и сетей / В.Ф. Шаньгин. – М. : Форум, 2014. – 416 с.
2. **Малюк, А. А.** Информационная безопасность: концептуальные и методологические основы защиты информации / А. А. Малюк. – М. : Горячая линия-Телеком, 2004. – 280 с.

*А. В. Ларионов, студ.; рук. И. В. Дорощенко
(ГГТУ им П. О. Сухого, г. Гомель, Республика Беларусь)*

ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЯ СБОРА И УНИФИКАЦИИ ДАННЫХ С ГЕТЕРОГЕННОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗЕ THINGSBOARD IOT GATEWAY

Современные подходы к сбору промышленной телеметрии можно разделить на три категории: прямая интеграция конечных узлов с облаком (Point-to-Point); использование закрытых проприетарных аппаратных шлюзов от производителей оборудования; применение гибких систем граничных вычислений (Edge Computing) на базе универсальных IoT-платформ [1].

Данная работа направлена на разработку специализированного программно-аппаратного модуля сбора, семантического разбора и унификации данных с оборудования, использующего различные протоколы передачи данных. Архитектура разработанной системы базируется на распределенной микросервисной парадигме (Edge-to-Cloud) с централизованным хранилищем телеметрии временных рядов.

Реализованный функционал включает: развертывание инфраструктуры на базе изолированных Docker-контейнеров; модуль граничной обработки на базе ThingsBoard IoT Gateway для интеграции локальных устройств по промышленным протоколам; настраиваемую подсистему конвертеров для трансляции сырых (raw) JSON-пакетов в унифицированную информационную модель платформы; локальное хранилище (буфер) в оперативной памяти шлюза; механизм двунаправленного взаимодействия (RPC); интерактивную графическую панель (Dashboard) с ролевой моделью доступа для визуализации трендов и диспетчеризации.

Использовались алгоритмы граничных вычислений. Web-ориентированная визуализация обеспечивает кроссплатформенность без необходимости установки специализированного ПО, а модульная структура шлюза допускает легкую интеграцию.

Разработанный модуль предназначен для использования в системах автоматизации технологических процессов.

Библиографический список

1. **Шаяхметова, А. Р.** Методические подходы к интеграции IoT-датчиков / А. Р. Шаяхметов // Вестник науки. – 2024. – № 1 (70). – С. 369 - 376.

*К.В. Людин, асп.; рук. Е.Р. Пантелеев, д.т.н., проф.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ДВУХКАНАЛЬНОЙ РЕГИСТРАЦИИ ГЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ В ЗАДАЧЕ ДИАГНОСТИКИ НИСТАГМА

Задачи диагностики и классификации нистагма являются одними из важнейших в области офтальмологии. При решении этих задач одним из ключевых требований является помехоустойчивость при регистрации биологических сигналов, однако и данные электроокулографии (ЭОГ), и данные айтрекинга на практике часто оказываются зашумлёнными.

В докладе представлено обоснование актуальности применения методики двухканальной регистрации в задаче диагностирования нистагма. Авторы выдвигают гипотезу, что данные ЭОГ могут компенсировать моргания и отведения взгляда в айтрекинге, а данные айтрекинга – нарушение контакта электродов с кожей. Обсуждаемые в докладе экспериментальные результаты доказывают возможность такой компенсации. Приведены примеры анализа временных сигналов и идентификации дефектных зон по каждому из каналов. Показана возможность взаимной компенсации дефектов.

Регистрация сигнала при помощи электродов организована в соответствии с методикой ЭОГ [2]. Для получения данных айтрекинга использована ранее разработанная авторами система для слежения за положением зрачка [1]. Оправданность мультимодальной регистрации обосновывается тем, что при диагностике нистагма в клинической практике используется как айтрекинг, так и ЭОГ (при наличии подходящих клинических норм для оценки показателей) [2].

Результаты данного исследования были использованы при разработке медицинской системы для диагностики нистагма.

Библиографический список

1. Людин К.В., Пантелеев Е.Р. Оптимизация структуры и параметров обучения нейросетевой модели методом двухэтапного экстремального эксперимента // Материалы международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологий» (XXIII Бенардосовские чтения), Т. 3. 2025. С. 9-12 – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82534665> (дата обращения: 11.04.2026).
2. B.W. Blakley, L. Chan. Methods considerations for nystagmography. Journal of Otolaryngology – Head & Neck Surg 44, 25 (2015). Режим доступа: <https://doi.org/10.1186/s40463-015-0078-2> (дата обращения: 11.04.2026).

*Д.В. Майоров, студ.; рук. Е.Р. Пантелеев, д.т.н., профессор.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

НЕЙРОСИМВОЛИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА НА ОСНОВАНИ РЕЗУЛЬТАТОВ СПИРОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕСТОВ

При проведении спирометрических обследований врач нередко применяет автоматические заключения для интерпретации результатов тестов, которая выполняется деревьями решений. Однако нет ни одной системы, прогнозирующей состояния пациента в динамике, хотя запрос на них есть [1].

Для решения этой проблемы предлагается использовать нейросимволическую модель искусственного интеллекта [2] с применением классического алгоритма машинного обучения и онтологии знаний по представленной прикладной области.

Задача алгоритма машинного обучения – прогнозирование спирометрических параметров по предыдущим значениям тестов в динамике. На вход алгоритму подаются физические значения тестов.

Задача онтологии – обработка и интерпретация полученных значений регрессии алгоритма машинного обучения через эталонные деревья решений, описанные в источнике [1].

На вход модели подаётся последовательность параметров пациента (ФЖЕЛ, ОФВ1, индекс Генслера, ПОС) за предыдущие визиты, на выходе формируются их прогнозные значения и автоматическое заключение о возможном паттерне основе деревьев решений, представленных онтологией заболеваний [1]. В отличие от существующих систем, интерпретирующих только отдельный тест, это позволяет заранее оценивать риск ухудшения и индивидуально планировать терапию и частоту обследований.

Онтология создана в Protégé и выгружена в формат RDF для использования в Python через библиотеку owlready2.

Для тренировки алгоритма машинного обучения была выбрана библиотека sklearn языка программирования python.

Библиографический список

1. Спирометрия : руководство для врачей / П. В. Стручков, Д. В. Дроздов, М. Ю. Каменева, О. Ф. Лукина. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2026. – 128 с. – ISBN 978-5-9704-9725-8.
2. Smirnov A. V., Ponomarev A. V., Agafonov A. S. Ontology-Based Neuro-Symbolic AI: Effects on Prediction Quality and Explainability // IEEE Access. – 2024. – Vol. 12. – P. 156609–156626. – DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3485185.

А.Т. Мамедов студ.; рук. А.С. Мочалов, ст. пр (ИГЭУ, г. Иваново)
**ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА ОБУВИ
В СОВРЕМЕННЫХ РЕАЛИЯХ**

Интернет-магазины обуви являются востребованными решениями. Основной задачей является создание удобного интерфейса, системы хранения данных и обработки заказов.

В качестве технологического стека был выбран React [1] для frontend-разработки и NestJS [2] для backend-части. Выбор обусловлен небольшим масштабом проекта и требованиями к скорости разработки и масштабируемости. В качестве системы управления базами данных используется PostgreSQL [3], обеспечивающая надежное хранение данных.

Особое внимание уделено организации хранения данных. В базе данных реализовано разделение на две основные таблицы:

- 1) Таблица моделей обуви, содержащая общее описание (название, описание, цена, скидка, ссылки на категории товара)
- 2) Таблица складских остатков, включающая идентификатор модели, размер и его количество на складе.

Такой подход позволяет избежать дублирования данных и обеспечивает гибкое управление ассортиментом.

Реализована бонусная система, стимулирующая повторные покупки. Пользователь получает 10% от суммы заказа в виде бонусов. При этом существует ограничение – бонусами можно оплатить не более 10% стоимости заказа. Это позволяет поддерживать баланс лояльности клиента и прибыли магазина.

Особенностью системы заказов является механизм бронирования. Пользователь оформляет заказ, указывая номер телефона, после чего заказ отображается в административной панели. Администратор обрабатывает заказ, подготавливает товар и отмечает его как готовый к выдаче. Завершение сделки происходит при личном получении товара и оплате в магазине.

Таким образом, предложенная архитектура интернет-магазина обеспечивает удобство использования, простоту поддержки и возможность дальнейшего масштабирования системы

Библиографический список

1. Библиотека React [Электронный ресурс] URL: <https://react.dev/learn> (дата обращения: 07.04.2026)
2. Библиотека NestJS [Электронный ресурс] URL: <https://docs.nestjs.com> (дата обращения: 07.04.2026)
3. PostgreSQL [Электронный ресурс] URL: <https://postgresql.org> (дата обращения: 07.04.2026)

Л.С. Марков, студ; рук. А.Л.Алыкова, к.т.н., доцент. (ИГЭУ, Иваново)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ UNIFIEDMEMORY ДЛЯ GPU-УСКОРЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЗАПРОСОВ В POSTGRES

Аналитические запросы к реляционным базам данных — в частности, агрегирующие операции вида SUM, COUNT, AVG по большим таблицам — являются вычислительно интенсивными и составляют значительную долю нагрузки в системах поддержки принятия решений. Традиционный подход к GPU-ускорению подобных запросов сопряжён с существенными накладными расходами. Перед обработкой данные необходимо передать из основной памяти в выделенную видеопамять по шине PCIe.

Архитектура Apple Silicon предлагает принципиально иную модель. CPU и GPU совместно используют единое физическое пространство памяти, такой подход также называется Unifiedmemory. Это исключает необходимость копирования данных между компонентами системы и обеспечивает GPU прямой доступ к буферам СУБД с пропускной способностью, недостижимой в классических гетерогенных конфигурациях.

В рамках данной работы предложена архитектура расширения для СУБД Postgres, реализующая прозрачное GPU-ускорение агрегирующих запросов. Интеграция выполнена посредством двух штатных механизмов расширяемости: хуков планировщика, позволяющих перехватить решение о способе исполнения запроса, и интерфейса CustomScan, дающего возможность подменить стандартный узел последовательного сканирования (SeqScan) собственной реализацией. При поступлении запроса хук анализирует узел плана и, если операция является агрегирующей над достаточно большим отношением, передаёт управление GPU-провайдеру.

Предложенный подход позволяет пользователю выполнять обычные SQL-запросы без каких-либо модификаций. Отсутствие накладных расходов на передачу данных в UMA архитектуре существенно снижает порог, начиная с которого GPU-путь оказывается выгоднее CPU-исполнения, что делает подход перспективным для широкого класса аналитических нагрузок.

Библиографический список

1. **Хуки в Postgres**[Электронный ресурс]. URL:<https://dev.to/arctype/hooks-the-secret-feature-powering-the-postgres-ecosystem-3p0p?ysclid=mnvzhwn10876965000> (дата обращения 02.02.2026)

*О.И. Миронычева; рук. В.Н. Денисов, д.т.н, доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЦЕПТУР ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ЗАКУСОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Повышение популярности здорового образа жизни обеспечивает постоянный рост потребления закусочных продуктов, одним из видов которых являются экструдированные снеки [1]. Перспективным направлением является разработка новых рецептур продуктов высокой пищевой ценности, обладающих сбалансированным составом, пониженным содержанием жира, соли и сахара, обогащенных пищевыми волокнами, микро- и макроэлементами, витаминами и другими функциональными нутриентами [2]. Задача разработки новых видов продукции усложняется значительным количеством ограничений, обусловленных технологическими характеристиками процесса экструзии и огромным разнообразием применяемого сырья.

Использование специальных программ для разработки новых рецептурных смесей позволяет избежать большого объема сложных вычислений и получить продукцию с заданными характеристиками и оптимальной себестоимостью. Разработанный программный продукт «Мастер подбора рецептур несладких экструдированных закусочных продуктов» обеспечивает возможность расчета и оптимизации состава продукции, при разнообразии видов и качества сырья и ограничениях технологического процесса экструзии. Продукт разработан на языке программирования Java с учетом требований многоуровневой архитектуры, учитывает требования многоуровневой архитектуры. Система включает три модуля: информационный, расчетный и оптимизационный [3]. Программа предусматривает возможность представления рецептур и результатов расчета в виде удобных для использования отчетов установленной формы. Облегчает работу с программой интуитивно понятный интерфейс пользователя. Применение разработанного программного продукта обеспечивает возможность моделирования показателей качества и потребительских свойств разрабатываемой продукции и обеспечение функционально-технологических характеристик до начала производственного процесса, на этапе создания рецептур.

Библиографический список

1. Аксенова, О. И. Обоснование технологических решений при производстве продуктов питания повышенной биологической ценности / О. И. Аксенова, М. Г. Куликова // Агропродовольственная экономика. – 2017. – № 6. – С. 40-48. – EDN YUDCZF.
2. Патент № 2626582 С1 Российская Федерация, МПК А23L 17/00, А23L 19/12. натуральный экструдированный пищевой закусочный продукт : № 2016110046 : заявл. 18.03.2016 : опубл. 28.07.2017 / Г. В. Алексеев, О. И. Аксенова, М. Г. Куликова, Е. В. Егошина ; заявитель ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (Университет ИТМО). – EDN YVQOBC.
3. Мастер подбора рецептур несладких экструдированных закусочных продуктов / О.И. Аксенова, Д.А. Миронычев, Г. В. Алексеев, И. С. Сыроколенский // Ползуновский вестник. – 2020. – № 1. – С. 3-7. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.01.001. – EDN RDUROW.

*И.Д. Миртовский, аспирант; рук. А.Б. Гнатюк, доцент, д.т.н.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МЕТОД ИНКРЕМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ СОГЛАСОВАННОСТИ АРХИТЕКТУРНЫХ АРТЕФАКТОВ ПРИ ЭВОЛЮЦИИ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

Современные программные системы развиваются итеративно, а требования, код, интерфейсы и документация обновляются несинхронно. Это приводит к рассогласованию архитектурных артефактов, усложняет анализ влияния изменений и повышает риск регрессионных дефектов [1].

Цель работы — разработка метода автоматизированной инкрементальной проверки согласованности архитектурных артефактов в процессе эволюции программной системы. Артефакты (требования, компоненты, интерфейсы, тесты, версии) описываются ориентированным графом зависимостей, где вершины соответствуют сущностям, а ребра — типизированным связям («реализует», «проверяет», «зависит от» и др.). Согласованность системы задается множеством формальных инвариантов.

Предложенный метод включает: 1) инкрементальное обновление графа при изменении версии; 2) выделение затронутой окрестности и релевантных инвариантов; 3) автоматическую верификацию с классификацией нарушений по критичности; 4) формирование отчета анализа влияния изменений и перечня корректирующих действий.

Новизна подхода состоит в локализации проверки: анализ выполняется не для всей модели, а только для затронутой части графа, что позволяет снизить вычислительные затраты по сравнению с полной глобальной проверкой и ускорить цикл обратной связи для разработчика.

Проверка метода проведена на прототипе платформы управления архитектурными метаданными в сценариях изменения контрактов, рефакторинга модулей и актуализации требований. Метод выявляет прямые и транзитивные нарушения связности и формирует воспроизводимые рекомендации по восстановлению согласованности. Практическая значимость заключается в повышении управляемости архитектурного развития и снижении вероятности скрытых регрессионных дефектов

Библиографический список

1. Lehman M. M. Programs, Life Cycles, and Laws of Software Evolution // Proceedings of the IEEE. 1980. Vol. 68, No. 9. P. 1060–1076.

*А. Ю. Мусафиров, студ.; рук. Е. В. Комракова, ст. преподаватель
(ГГТУ им. П. О. Сухого, г. Гомель)*

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ ПОИСК В ДЕРЕВЕ МОНТЕ-КАРЛО С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРУКТУР НЕПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ МНОЖЕСТВ В ДИНАМИЧЕСКИХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДАХ

В задачах автоматизированного планирования и управления ресурсами часто требуется принятие решений в условиях стохастической среды и неполной информации. Традиционные методы поиска демонстрируют экспоненциальный рост сложности при увеличении пространства состояний. Алгоритм поиска в дереве Монте-Карло (*MCTS*) решает эту проблему, однако его эффективность в реальном времени напрямую зависит от скорости оценки промежуточных топологических состояний [1]. Разработка программных решений, сочетающих асинхронные вычисления с оптимизированными структурами данных для обработки связности объектов, является приоритетной задачей при проектировании интеллектуальных систем.

Научная новизна заключается в предложенной архитектуре программного ядра, интегрирующей многопоточную реализацию алгоритма *MCTS* с системой непересекающихся множеств (*Union-Find*) [2]. Применение эвристики сжатия пути в структурах *Union-Find* позволяет осуществлять мгновенное слияние кластеров данных в процессе симуляций, что исключает необходимость ресурсоемкого рекурсивного обхода графов среды на каждом шаге алгоритма *MCTS*.

Была спроектирована и реализована независимая программная модель (*Core Logic*), обеспечивающая строгую изоляцию вычислительной логики от визуального слоя. Разработан механизм глубокого клонирования состояний для параллельного выполнения независимых симуляций, а также реализован диспетчер задач на базе асинхронного паттерна (*TAP*), позволяющий эффективно распределять вычислительную нагрузку между ядрами процессора без блокировки основного потока приложения.

Библиографический список

1. **Рассел С., Норвиг П.** Искусственный интеллект: современный подход. М.: Вильямс, 2006. 1408 с.
2. **Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К.** Алгоритмы: построение и анализ. М.: Вильямс, 2013. 1328 с.

*А. П. Николаев, студ.; рук. В.В. Натур., к.т.н.
(Мосполитех, г. Москва)*

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РЕСТОРАНОВ БЫСТРОГО ПИТАНИЯ

Рестораны быстрого питания ставят задачи увеличения среднего чека и повышения эффективности дополнительных продаж при сохранении высокой скорости обслуживания. В условиях кассового сценария решение о покупке принимается за ограниченное время, особую значимость приобретает использование интеллектуальных систем по формированию релевантных рекомендации на основе текущего состава заказа.

Решением является создание программного продукта, позволяющего автоматически формировать рекомендации дополнительных товаров (Тор-К) на основе текущей корзины заказа, а также обеспечивать учет основных бизнес-процессов ресторана. Разрабатываемая система ориентирована на интеграцию с POS-платформами и использование текстовой модели для векторизации корзины, что позволяет учитывать семантику заказа при формировании рекомендаций.

Для разрабатываемой системы реализованы: алгоритм преобразования состава заказа в текстовое представление с последующей векторизацией с использованием генеративной модели алгоритм формирования списка рекомендаций (Тор-К) на основе векторного представления корзины с учетом бизнес-ограничений, проведена интеграция с кассовыми системами – обеспечено взаимодействие с POS-системами (например, gkeereg, iiko) для получения актуального состава заказа. Для реализации механизма сбора и анализа данных обеспечено логирование событий для последующей оценки качества рекомендаций и проведения A/B-тестирования. Получен программный прототип рекомендательной системы, интегрированной в контур ресторанов быстрого питания

В рамках данного проекта разработана информационная система с модулем рекомендательной системы с применением генеративного искусственного интеллекта. Данное решение демонстрирует возможность практического применения генеративного искусственного интеллекта для повышения эффективности дополнительных продаж. Разработанная система может служить основой для внедрения интеллектуальных механизмов рекомендаций в ресторанах быстрого питания и дальнейшего масштабирования решения.

*В.О. Панасов, студ.; М.Ю. Лебедева, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Смоленск)*

ПРОБЛЕМА СОГЛАСОВАННОСТИ ДАННЫХ В СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ И ПОДХОДЫ К ЕЁ РЕШЕНИЮ

В условиях цифровизации и роста объёмов обрабатываемой информации в современном мире особую значимость приобретает проблема согласованности данных в информационных системах. Увеличение количества источников данных и сложности их обработки повышает риск возникновения противоречий. Корректность и актуальность информации напрямую влияют на качество принимаемых решений, что делает обеспечение согласованности одной из ключевых задач.

Информационные системы обеспечивают сбор, хранение и обработку данных, отражающих состояние деятельности организации. При этом данные могут изменяться различными пользователями и процессами одновременно, что создаёт риск возникновения противоречий и нарушений их целостности [1].

Основными причинами подобных проблем являются параллельное выполнение операций, задержки обновления данных и возможные сбои в работе системы. При одновременном доступе к данным повышается вероятность конфликтов при их изменении. Это приводит к ситуациям, когда пользователи получают неточную или устаревшую информацию.

Для решения данной задачи применяются различные подходы к обеспечению согласованности данных. Одним из них является использование транзакций, позволяющих исключить появление частично изменённых данных. Также применяются механизмы синхронизации и контроля доступа, предотвращающие конфликты [2].

Другой подход предполагает допущение временной несогласованности данных с последующим их приведением к единому состоянию. В этом случае обновления распространяются постепенно, что позволяет повысить производительность системы. Однако такой подход требует дополнительных механизмов контроля и корректировки информации.

Рассмотренные подходы к обеспечению согласованности данных позволяют снизить риск возникновения противоречий и повысить надёжность информационных систем. Выбор конкретного подхода зависит от условий работы системы и требований к обработке данных.

Библиографический список

- 1. Сильбершатт А, Сударшан С.** Системы баз данных. - М.: Вильямс, 2020. - 1376 с.
- 2. Таненбаум Э., ван Стеен М.** Распределённые системы. Принципы и парадигмы. - СПб.: Питер, 2016. - 686 с.

А.С. Пучков, студ.; рук. Е.Б. Игнатьев, к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА ИЗМЕНЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Силовые трансформаторы являются ключевыми элементами энергосистем, от надёжности которых зависит устойчивость электроснабжения. Традиционные методы диагностики, такие как анализ растворённых газов в масле (АРГ), обеспечивают лишь оценку текущего состояния и не позволяют прогнозировать развитие дефектов.

Целью работы является разработка подхода к прогнозированию изменений диагностических параметров трансформаторов на основе методов машинного обучения. В качестве входных данных используются паспортные характеристики, результаты АРГ и других испытаний, а также алгоритмы машинного обучения (Random Forest, Gradient Boosting, LSTM, autoML [1]) для оценки динамики состояния и остаточного ресурса оборудования.

В отличие от существующих подходов, ориентированных на статическую диагностику, предлагается модель, позволяющая на основе исторических данных прогнозировать превышение граничных значений параметров и выявлять предаварийные состояния трансформатора. Практическая реализация осуществляется в виде подсистемы прогнозирования в составе системы «Диагностика+». Ожидаемым результатом является повышение точности диагностики, снижение аварийности и переход к предиктивному обслуживанию электрооборудования. Дополнительно это обеспечит не только своевременное предотвращение внезапных отказов, но и существенную оптимизацию эксплуатационных затрат. Техническое обслуживание и вывод в ремонт будут опираться на объективные математические прогнозы системы, а не на жесткие регламентные сроки.

Библиографический список

1. Guillermo Santamaria-Bonfil, Gustavo Arroyo-Figueroa, Miguel A. Zuniga-Garcia, Carlos Gustavo Azcarraga Ramos, Ali Bassam. Power Transformer Fault Detection: A Comparison of Standard Machine Learning and autoML Approaches // Energies 2024. URL: <https://doi.org/10.3390/en17010077>

*А.А. Романова, студ.; рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент,
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В атомной промышленности строгое соблюдение правил применения средств индивидуальной защиты (СИЗ) является обязательным условием сохранения здоровья [1]. Ручные методы контроля применения СИЗ (визуальная проверка или инспекции) не способны обеспечить постоянный мониторинг. Поэтому, автоматический контроль выявления нарушений с использованием технологий компьютерного зрения (CV) представляет собой актуальную задачу, решение которой позволит обеспечить строгое соблюдение установленных регламентов.

Для программного контроля использования СИЗ разработано десктопное приложение с использованием обученной модели YOLO (You Only Look Once), которая обеспечивает высокую скорость и точность детекции объектов в реальном времени, что подтверждается проведенным тестированием [2]. В приложении детектируются такие объекты СИЗ, как маски, каски, перчатки и защитная обувь. Вместе с объектами детектируются лица, конечности работников и осуществляется сопоставление координат выделенных элементов с детектированными ранее объектами СИЗ. Такое сопоставление позволяет значительно снизить количество неверных определений нарушения установленных регламентов использования СИЗ [3].

Разработанное приложение после адаптации к специфическим требованиям отрасли, валидации и тестирования, планируется к внедрению в реальных промышленных условиях.

Библиографический список

1. **Легкоева, М. В.** Влияние радиоактивного излучения на организм человека / М. В. Легкоева, Б. В. Легкоев. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 4 (399). – С. 401–403. – URL: <https://moluch.ru/archive/399/88211/>.
2. **Карасев П.И., Минина Е.Н., Стародубов К.В.** / Применение нейронных сетей для распознавания образов в автоматизированных системах управления // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Управление строительством. Воронеж: Издательство Воронежского государственного архитектурно-строительного университета, 2015. С. 190-195.
3. **А.А. Романова, С.Г. Сидоров** / Разработка CV модели для контроля применения средств индивидуальной защиты в атомной промышленности // Двадцатая всероссийская (двадцатая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия–2025», г. Иваново, 17–19 марта 2025 г.: Материалы конференции. В 6 т. Т.5. – Иваново, ИГЭУ, 2025. – с. 91.

К.К. Семенкин, асп.; рук. С.В. Косяков, д.т.н., проф.;
(ИГЭУ, г. Иваново)

ОБЗОР МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Стремительное развитие технологий и расширение городских территорий влекут за собой значительный рост потребления электроэнергии. Для планирования инфраструктуры энергоснабжения исторически применялись методы, которые не могут удовлетворить нынешние требования [1]. В качестве решения данной проблемы на протяжении нескольких десятилетий разрабатывались методы и средства, которые можно разделить на три категории:

1. Инструменты, с помощью которых процесс планирования инфраструктуры можно осуществлять самостоятельно на обычных потребительских вычислительных машинах. В частности, геоданные предоставляются проектом с открытым кодом OpenStreetMap, а средства работы с этими данными доступны в свободных географических информационных системах (ГИС), таких как QGIS.

2. Алгоритмы предварительного размещения, целью которых является минимизация поискового пространства. Это — алгоритмы оптимизации, которые, получая на входе геоинформацию, такую как существующие сооружения или географические факторы, могут определить вероятность удачного размещения подстанции в некоторой рассматриваемой области. Примерами данных алгоритмов являются генетический алгоритм (ГА), метод роя частиц (МРЧ), машинное обучение (МО) и так далее.

3. Алгоритмы сопоставления подстанций потребителям (выбор соответствия между подстанциями и конкретными сооружениями; например, метод К-средних), а также алгоритмы проведения линий электропередачи от подстанций до потребителей (алгоритмы трассировки, обычно используется алгоритм поиска оптимальных путей A*).

Проведя данное исследование, был сделан вывод, что наилучшим решением рассматриваемой задачи будет взаимодействие методов и средств из всех трех категорий. Разработка и оценка такого подхода будет целью дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Yao, Y. A site selection framework for urban power substation at micro-scale using spatial optimization strategy and geospatial big data / Y. Yao, C. Feng, J. Xie и др. // Transactions in GIS, 2023. – Т. 27, № 6. – С. 1662–1679.

И. Р. Сизяков, асп.; рук. С.В. Косяков, профессор (ИГЭУ, г. Иваново)
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК
ЧЕЛОВЕКА**

Оценка позы человека используется во многих сферах, как то видеонаблюдение, взаимодействие человека и компьютера, здравоохранение и так далее. Например, медицинская диагностика заболеваний опорно-двигательного аппарата зачастую требует проведения оценки движений человека. На данный момент такие анализы обычно проводится с помощью инерциальных датчиков, которые склонны к накоплению ошибки при длительных тренировках. Эту ошибку можно исправить как добавлением в систему дополнительных датчиков (с появлением новых недостатков), так и путем объединения инерциальных данных с компьютерным зрением. Во многих статьях описано, что комбинация визуальных данных и инерциальных датчиков повышает точность распознавания [2]. При этом исследователи в некоторых случаях разрабатывают собственные алгоритмы для построения скелетной модели тела по изображению [2], в других же случаях используют готовые [1]. Таким образом, актуален сравнительный анализ готовых методов оценки позы и определение их применимости для задачи оценки движения конечностей.

Среди существующих реализаций таких алгоритмов можно выделить `yolo26 pose`, `pose landmarker` из набора `mediapipe` и `rtmlib`. В ходе выполнения работы было проведено сравнение этих моделей на 2 готовых наборах данных и получены следующие результаты: наименьшую погрешность в 0,029-0,0488 обеспечивает алгоритм `Rtmlib`.

References

1. Vasileios-Rafail Xefteris, Amalia Contiero Syropoulou, Theodora Pistola, Panagiotis Kasnesis, Ilias Poullos, Athina Tsanousa, Spyridon Symeonidis, Sotiris Diplaris, Kostas Goulianas, Periklis Chatzimisios, Stefanos Vrochidis. Multimodal fusion of inertial sensors and single RGB camera data for 3D human pose estimation based on a hybrid LSTM-Random forest fusion network // Internet of Things 29 (2025), 101465
2. S. Majumder and N. Kehtarnavaz, Vision and Inertial Sensing Fusion for Human Action Recognition: A Review, IEEE Sensors Journal, vol. 21, no. 3, pp. 2454-2467, 1 Feb, 2021

*М.С. Симонов студ.; рук. Н.В. Рудаков ст. руководитель
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ РЕПОЗИТОРИЕВ НА МЕТРИКИ КАЧЕСТВА КОДА

Накопление технического долга увеличивает затраты на сопровождение: долг по документации способен повысить стоимость поддержки до 48 % от исходного бюджета [1]. При этом традиционные инструменты статического анализа (SCA) дают высокий уровень шума [2], что обостряет задачу поиска баланса между глубиной аудита и аналитической ценностью контроля репозитория.

Предложена методика автоматизированной валидации инфраструктуры, основанная на расчете интегрального показателя технического долга $S_{penalty}$ через матрицу весов. В CI/CD-конвейере локальный валидатор извлекает метаданные репозитория и сопоставляет структуру проекта с эталонной моделью. Отсутствие, например, директории tests/ или файла CHANGELOG.md конвертируется в штрафные баллы с учетом критичности. Это позволяет объективно оценивать тестируемость и анализируемость без субъективного ручного аудита, сохраняя смысловую ценность архитектурных требований.

Эксперименты показали, что отсутствие стандартизации снижает индекс сопровождаемости, тогда как предложенная модель выявляет «парадокс сложности» — в стандартизированных проектах средняя сложность выше на 1,79, но сопровождаемость остается в «зеленой зоне» (~70), в отличие от хаотичных проектов. Метод обеспечивает автоматизированный контроль качества и снижение технического долга в корпоративных CI/CD-системах.

Библиографический список

1. Mendes T. S. et al. Impacts of agile requirements documentation debt on software projects: a retrospective study // Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on Applied Computing. – Pisa : ACM, 2016. – P. 1290–1295.
2. Качанов В. В. и др. Технический долг в жизненном цикле разработки ПО: запахи кода // Труды ИСП РАН. – 2021. – Т. 33. – № 6. – С. 95–110.

**К.О.Степанов, студ.;рук.А.Л.Алыкова, к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г.Иваново)**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ГРАДИЕНТНОГО БУСТИНГА ДЛЯ ЗАДАЧ ФИНАНСОВОЙ БИНАРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

На данный момент существует важная проблема автоматизации принятия решений в банковской сфере. Прогнозирование инвестиционного поведения клиентов и обнаружение мошеннических транзакций требуют разработки эффективных моделей машинного обучения для работы в режиме реального времени.

Обычный подход к решению задач бинарной классификации не учитывает принципиальные различия в структуре данных и информационной плотности признакового пространства, что критически важно для достижения приемлемого качества моделей в финансовой сфере.

В исследовании предлагается использовать градиентный бустинг (CatBoost) для двух типов задач: прогнозирование инвестиций и обнаружение мошенничества. Цель работы — разработка адаптивной стратегии настройки модели в зависимости от структурных особенностей данных, включая работу с категориальными признаками и компенсацию дисбаланса классов.

Большое внимание уделяется предобработке данных. Для задачи инвестиций (9 признаков, дисбаланс 27,5%) применяется базовая конфигурация CatBoost. Для задачи мошенничества (21 признак, дисбаланс 6,3%) разработана методология, включающая логарифмирование распределений, создание композитных признаков и взвешивание классов с коэффициентом 15:1.

Результаты исследования демонстрируют принципиальное различие в эффективности моделей. Для задачи прогнозирования инвестиций с высокой информационной плотностью данных достигнута метрика $F1 = 96\%$. Для задачи обнаружения мошенничества с низкой информационной плотностью получен $PR-AUC = 60\%$, что указывает на фундаментальные ограничения, связанные со структурой данных, а не с архитектурой модели.

Библиографический список

1. Документация CatBoost [Электронный ресурс], Сравнение методов градиентного бустинга https://catboost.ai/news/extremely-fast-learning-on-gpu-has-arrived?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera

*И.А. Тамьяров, студ; рук. В.В. Натур., к.т.н.
(Мосполитех, г. Москва)*

ПЛАНИРОВАНИЕ СЕССИЙ НАСТОЛЬНЫХ ИГР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Настольные ролевые игры (НРИ) переживают рост популярности, но организация встреч остаётся на уровне «ручного управления» (мессенджеры, аудиозапись). Согласно опросу сообщества «Hobby Games» (Долгопрудный), на согласование одной сессии у ведущего уходит 2,5 часа, до 30% встреч срываются из-за организационных проблем. Существующие решения (Google Calendar, Roll20, Otter.ai) не закрывают комплекс потребностей [1, 2].

Решением проблемы планирования сессий НРИ является использование открытых моделей ИИ (Whisper, Llama 3, которые создают техническую базу для конфиденциального решения [3, 4].

Предлагается созданное функциональное веб-приложение, включающее модели данных, сценарии использования, архитектуру ML-модуля с промптами для Llama 3. Решение поддерживает локальное развертывание моделей для обеспечения конфиденциальности [5].

Библиографический список

- 1. Deterding, S.** The lens of intrinsic skill atoms... // *Human-Computer Interaction*. – 2015. – Vol. 30, No. 3-4. – P. 294-335. – DOI: 10.1080/07370024.2014.993471.
- 2. Baranauskas, M. C. C.** Developing and evaluating a virtual tabletop... // *Proceedings of CSCW '16*. – New York : ACM, 2016. – P. 1245-1256. – DOI: 10.1145/2818048.2819987.
- 3. Touvron, H.** Llama 2: Open foundation and fine-tuned chat models // *arXiv:2307.09288*. – 2023. – URL: <https://arxiv.org/abs/2307.09288>.
- 4. Mohammadi, M.** Combination of Modeling Techniques... // *IJASEIT*. – 2017. – Vol. 7, No. 3. – P. 1038-1048. – DOI: 10.18517/ijaseit.7.3.2251.
- 5. Senot, C.** A study of meeting scheduling algorithms... // *Journal of Systems and Software*. – 2015. – Vol. 108. – P. 45-56. – DOI: 10.1016/j.jss.2015.06.023.

*К. И. Точило, студ.; рук. И. В. Дорощенко
(ГГТУ им П. О. Сухого, г. Гомель, Республика Беларусь)*

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АУДИТА КОДА НА ПРЕДМЕТ УЯЗВИМОСТЕЙ

В данной работе предлагается решение, использующее возможности платформы .NET Compiler Platform (Roslyn) для извлечения структуры кода и нейросетевых моделей.

Платформа .NET и библиотеки SDK Roslyn позволят обеспечить прямой доступ к семантической модели кода в процессе его компиляции [1]. Процесс анализа опирается на глубокое понимание внутреннего устройства компилятора C#. Это дает возможность системе отличать безопасные локальные переменные от данных, пришедших из недоверенных внешних источников.

Ключевым этапом работы системы является идентификация потенциально опасных путей распространения данных. Использование Roslyn позволяет реализовать алгоритмы Taint-анализа (анализа «загрязненных» данных), которые позволяют отследить путь переменной от точки ввода до точки использования в критической функции.

Основной особенностью работы является использование LLM в качестве экспертного уровня, уточняющего результаты работы статического анализатора. Когда модуль на базе Roslyn обнаруживает подозрительный паттерн (например, конкатенацию строк перед выполнением SQL-запроса), в API нейросети отправляется структурированный запрос. Вместо передачи всего объема исходного кода, система передает только «срез» (slice) программы, непосредственно влияющий на уязвимый участок. Такой подход позволяет обойти ограничения контекстного окна API и сфокусировать внимание модели на конкретной логической ошибке.

Разрабатываемая система автоматизированного аудита позволяет преодолеть ограничения классических SAST-инструментов. Сочетание строгого компиляторного анализа средствами Roslyn и семантической гибкости нейросетевых моделей обеспечивает качественно новый уровень обнаружения уязвимостей.

Библиографический список

1. Белозерцев, Э. Э. Анализ эффективности инструментов для поиска уязвимостей в исходном коде / Э. Э. Белозерцев, С. С. Харченко // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2025. – № 1-3. – С. 25-28. – EDN FMSJIT.

*И.Ю. Хайрдинов, студ.; рук. Е.Б. Игнатъев, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ ПО ИСТОРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ S3-ХРАНИЛИЩА И НЕЧЕТКОГО ПОИСКА ПО НАЗВАНИЮ

В условиях высокого интереса к истории веб-приложение – доступный и подходящий вариант для работы с историческими материалами.

Цель работы: разработать веб-приложение электронной библиотеки по истории, обеспечивающее следующие функции:

- хранение файлов книг и их фрагментов (исторических материалов) в S3-совместимом объектном хранилище;

- нечеткий поиск книг по их названиям с поддержкой фильтрации по тегам, теме и персоналиям;

- чтение и обсуждение исторических материалов, с предоставлением возможности скачивания книг и работы с книжными полками и закладками, а также написания комментариев и отзывов;

- возможность подачи жалобы на неприемлемый пользовательский контент или опубликованные исторические материалы.

В результате разработано одностраничное приложение, клиентская часть которого реализована на React и TypeScript, серверная часть — на .NET 8.0 (C#). В качестве реляционной базы данных используется PostgreSQL 16.2. Хранилище файлов (книг, их фрагментов и обложек, картинок) — S3-совместимое решение MinIO, развернутое внутри Docker-контейнера и предоставляющее доступ к файлам по ссылкам.

Поиск книг по названию реализован на основе модуля pg_trgm PostgreSQL, который обеспечивает определение сходства строк по триграммам, поэтому даже при наличии опечаток в запросе система все равно сможет найти подходящие варианты. Дополнительная фильтрация осуществляется по тегам (включенным и исключенным), выбранной теме и указанным персоналиям (с указанием их роли).

Читалка работает с предварительно преобразованными FB2-файлами. Исходные документы разбиваются на фрагменты и сохраняются в JSON для быстрой загрузки по мере чтения и отображения без потери форматирования.

В ходе работы поставленные цели были достигнуты. Разработанное приложение может быть использовано как основа для цифровой исторической библиотеки или адаптировано под другие коллекции документов с возможностью расширения функционала.

СЕКЦИЯ 27

**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ
И ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ**

Председатель –
к.т.н., доцент **Сидоров С.Г.**

Секретарь –
ст. преп. **Чернышева Л.П.**

*А.А.Адамова рук д.т.н проф. С.В. Косяков
(ИГЭУ, Иваново)*

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В LLM-ОРИЕНТИРОВАННЫХ VI-СИСТЕМАХ

Современные системы бизнес-аналитики (BI) активно интегрируют большие языковые модели (LLM) для упрощения взаимодействия пользователей с данными, в частности — для автоматической генерации SQL-запросов по естественно-языковым описаниям. Несмотря на удобство таких решений, их практическое применение сталкивается с проблемами производительности.

В данной работе рассматривается роль параллельных вычислений как средства повышения эффективности LLM-ориентированных BI-систем. В отличие от традиционного подхода, где обработка запроса происходит последовательно, предлагается использовать параллелизм на ключевых этапах обработки.

На этапе генерации SQL-запросов возможно одновременное построение нескольких кандидатов на основе различных промптов или стратегий декодирования. Это позволяет повысить вероятность получения корректного и оптимального запроса без увеличения времени ожидания. Далее, на этапе валидации, кандидаты могут проверяться параллельно — как с точки зрения синтаксической корректности, так и с использованием пробного выполнения или оценки стоимости запроса.

Параллелизм также применим на уровне выполнения запросов. Современные СУБД и распределенные системы обработки данных поддерживают распараллеливание операций, таких как агрегации, соединения и сканирование таблиц. Интеграция этих возможностей в BI-систему позволяет существенно сократить время отклика при работе с большими наборами данных.

Экспериментальная оценка показывает, что использование параллельных стратегий снижает задержку ответа и повышает устойчивость системы при увеличении нагрузки. Однако эффективность зависит от баланса между выигрышем от параллелизма и накладными расходами на управление вычислениями.

Таким образом, параллельные вычисления являются важным компонентом масштабируемых BI-систем с поддержкой LLM. Их использование позволяет повысить производительность и качество пользовательского опыта, сохраняя при этом простоту взаимодействия с системой.

А. С. Александров, магистр; рук. А. Б. Гнатюк, доц. (ИГЭУ, г. Иваново)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ С ПОМОЩЬЮ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Каждый год на территории Российской Федерации лесные пожары уничтожают миллионы гектаров леса. Так, с 2019 по 2024 годы было поражено в сумме 448055,72 км²[1]. Важно правильно спрогнозировать и смоделировать ход движения фронта для эффективного размещения средств пожаротушения и предотвращения распространения угрозы.

Полевая модель пожара согласно [2] опирается на следующую систему уравнений (приведён фрагмент):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j) = 0; \\ \dots \\ \frac{\partial}{\partial t} (\rho h) + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j h) = \frac{\partial p}{\partial t} + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\partial}{\partial x_j} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial q_j^R}{\partial x_j}; \\ \dots \\ \frac{\partial}{\partial t} (\rho Y_k) + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j Y_k) = \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho D \frac{\partial Y_k}{\partial x_j} \right) + S_k. \end{array} \right.$$

Для эффективного прогнозирования и моделирования предлагается модель клеточных автоматов [3] с реализацией с использованием технологии CUDA, где каждая клетка сетки зависит от состояния клеток окрестности, а использование параллельной технологии на GPU даёт серьёзное ускорение по сравнению с последовательным вариантом.

Библиографический список.

1. Площадь лесных пожаров // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosleshoz.gov.ru/rates/forest-fires/area/>
2. Приказ МЧС России от 30.06.2009 №382 «Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».
3. Клеточный автомат. Большая российская энциклопедия // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/kletochnyi-avtomat-2ab9f8?ysclid=mnp0tpyg1h521006050>

*А.А.Бойцов рук к.т.н доц. А.Б.Гнатюк
(ИГЭУ, Иваново)*

СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ И ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ВЕБ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

В современных веб-системах значительная часть трафика формируется автоматизированными агентами, что приводит к искажению статистики посещаемости, снижению качества аналитики и возникновению фрода в рекламных системах. Дополнительной сложностью является необходимость обработки больших объёмов данных в режиме, приближенном к реальному времени, из-за чего классические методы выявления ботов, основанные на IP-адресах, сигнатурах браузеров и статических правилах, теряют эффективность.

В работе предлагается система динамической оценки достоверности веб-пользователя, основанная на гибридном анализе поведенческих и технических признаков с использованием технологий параллельного программирования. В отличие от статических подходов, система формирует непрерывный коэффициент доверия, который обновляется по мере накопления данных и отражает вероятность того, что пользователь является реальным.

Метод основан на сборе и обработке пользовательских событий, включая движение курсора, прокрутку страницы и временные характеристики взаимодействия. Обработка данных организована параллельно, что позволяет одновременно анализировать большое количество пользовательских сессий. Также учитываются технические параметры, такие как User-Agent, IP-адрес и цифровой отпечаток устройства (fingerprint).

Архитектура системы разделяет задачи сбора, обработки и анализа данных на независимые вычислительные потоки, обеспечивая масштабируемость. Статистические методы и алгоритмы машинного обучения применяются параллельно для обработки агрегированных данных и выявления поведенческих паттернов. Обновление коэффициента доверия выполняется инкрементально, что позволяет учитывать как текущую активность, так и долгосрочную историю пользователя без полной переработки данных.

Результаты показывают, что параллельная обработка данных существенно повышает производительность системы и обеспечивает анализ трафика в режиме, близком к реальному времени, снижая количество ложных срабатываний по сравнению с традиционными методами.

*Ш.М. Борисов, студент;
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель (ИГЭУ, г. Иваново)*

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Обучение нейронных сетей часто воспринимается как «черный ящик», что затрудняет понимание механизмов оптимизации [1]. Градиентные методы, такие как обратное распространение ошибки, и эволюционные подходы, включая генетический алгоритм, имеют принципиально разную динамику поиска решений. Для глубокого изучения этих процессов необходимы инструменты визуализации, позволяющие наблюдать за изменением весов и поведением алгоритмов в реальном времени [2]. В данной работе рассматривается разработка системы для графического анализа процессов обучения нейронных сетей.

1. Реализация алгоритмов обучения на основе метода обратного распространения ошибки и генетического алгоритма.

2. Разработка интерфейса для визуализации динамики изменения весов и ландшафта функции потерь.

3. Сравнительный анализ поведения алгоритмов на тестовых задачах с использованием графической интерпретации.

Разрабатываемая система делает процесс обучения наглядным, позволяя проследить траектории сходимости различных оптимизаторов. Практическая значимость работы заключается в возможности применения данного инструмента в учебном процессе для формирования у студентов интуитивного понимания методов машинного обучения. Это упрощает освоение теории искусственного интеллекта и помогает в отладке нейросетевых моделей.

Библиографический список

1. **Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А.** Глубокое обучение. / пер. с англ. А. А. Слинкина. — 2-е изд. — М.: ДМК Пресс, 2018. — 652 с.
2. **Holland, J. H.** *Adaptation in Natural and Artificial Systems.* — University of Michigan Press, 1975.

*Д.М. Волкова, студ.; рук. А.Б. Гнатюк, к.т.н., доц.,
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ (RFID): ПРИНЦИПЫ, СТАНДАРТЫ И ПРИМЕНЕНИЕ В СКУД

Радиочастотная идентификация (RFID) – это технология бесконтактного обмена данными, основанная на использовании радиочастотного излучения. Она позволяет автоматически распознавать объекты, оснащённые специальными метками, без необходимости прямой видимости или контакта.

Любая RFID-система состоит из трёх элементов: метки, считывателя и программного обеспечения. Метка содержит микрочип с уникальным идентификатором и антенну. Считыватель генерирует электромагнитное поле, которое активирует пассивную метку и принимает от неё ответный сигнал с данными. Активные метки, оснащённые батареей, способны передавать информацию на большее расстояние.

Ключевой характеристикой является рабочая частота. Низкочастотные системы (LF, 125-134 кГц) обеспечивают считывание на расстоянии до 10 см и применяются, к примеру, для чипирования животных. Высокочастотные метки (HF, 13,56 МГц) с дальностью до 1 м используются в платёжных картах, билетах и технологии NFC. Наиболее перспективным для автоматизации является сверхвысокочастотный диапазон (UHF, 860-960 МГц), позволяющий сканировать объекты на расстоянии до 10-15 метров с высокой скоростью.

Области применения RFID чрезвычайно широки: от логистики и розничной торговли (учёт товаров, инвентаризация) до транспортных систем, промышленности и контроля доступа. По сравнению с традиционным штрихкодированием технология выигрывает за счёт возможности считывания множества меток за раз без прямой видимости, высокой скорости и устойчивости к загрязнениям.

Библиографический список

1. RFID // Википедия [Электронный ресурс] – 2008. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RFID> (дата обращения 11.04.2026).
2. RFID-технология. Все о радиочастотной идентификации // RST-Invent. [Электронный ресурс] – 2023. – URL: <https://rst-invent.ru/about/technology> (дата обращения: 11.04.2026).

Э.А. Дымнич, студ.1-46м; рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент,
ИГЭУ, г. Иваново

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАСШТАБИРОВАНИЯ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ

Построение трёхмерных моделей помещений по видеоданным является актуальной задачей, находящей применение в задачах цифровизации помещений, робототехники и AR/VR приложений [1]. Целью данной работы является разработка и обоснование математического аппарата для пересчета метрических параметров всей сцены на основании известных габаритов одного эталонного объекта.

Пусть на входном фотоизображении присутствует объект А с заведомо известным и реальным линейным размером H_A . Требуется вычислить неизвестный размер H_B любого другого объекта В, находящегося в кадре, и расстояние D_{AB} между ними.

В основе вычислений лежит принцип подобия треугольников и перспективной проекции. При съемке с одной точки для объектов, лежащих в приблизительно одной плоскости, перпендикулярной оси камеры, справедливо линейное соотношение (h_A и h_B – размеры проекции объектов в пикселях на матрице сенсоров):

$$H_B = H_A * \frac{h_B}{h_A}$$

С учетом глубины сцены вычисляем коэффициент $\lambda = \frac{Z_B}{Z_A}$, где $Z = F * \frac{H}{h}$ – фокусное в пикселях). Тогда:

$$H_B = h_B * \frac{H_A}{h_A} * \lambda$$

Расстояние между объектами:

$$D_{AB} = \sqrt{(X_A - X_B * \lambda)^2 + (Y_A - Y_B * \lambda)^2}$$

где X, Y – координаты в мировой сцене VR.

Использование формул подобия с коррекцией по глубине позволяет с погрешностью до 5–7% восстановить пространственную структуру объектов на фотографии, имея лишь один эталонный размер.

Библиографический список

1. Ляпин С.А. Разработка методов искусственного интеллекта для построения трехмерных моделей помещений на основе видеоданных / В книге: Математическое моделирование и информационные технологии. Двадцатая всероссийская (Двенадцатая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных. Материалы конференции. В 6-ти томах. Иваново, 2025. Т.5., С. 110.

О.С. Егоров, студ; рук. М.А. Артамонов, к.п.н., уч. доц. (ИГЭУ, г. Иваново)

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ИТЕРАЦИОННЫХ МЕТОДОВ В СРАВНЕНИИ С АНАЛИТИЧЕСКИМИ РЕШЕНИЯМИ: НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА

В работе рассматривается задача Дирихле для уравнения Лапласа в квадрате 100×100 [1]. Проведено сравнение трёх классов методов: аналитического (разделение переменных), полуаналитического (интегральное уравнение Фредгольма 2-го рода, ВЕМ) и параллельных итерационных (Якоби, Гаусс-Зейдель, SOR на MPI/CUDA). Цель работы — показать фундаментальные ограничения параллельных итерационных методов перед аналитическими.

Уравнение Лапласа: $\Delta u = 0$ в Ω

Граничные условия: нижняя сторона $u(x, 0) = 50x(100 - x)$, верхняя $u(x, 100) = 20$, левая и правая $u(0, y) = u(100, y) = 20y$

Аналитическое решение получено методом Фурье:

$$u(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} \sin\left(\frac{\pi nx}{a}\right) \left[A_n \operatorname{sh}\left(\frac{\pi n(b-y)}{a}\right) + B_n \operatorname{sh}\left(\frac{\pi ny}{a}\right) \right]$$

Точность метода — машинная (10^{-12}), время вычисления одной точки — $O(100)$ операций.

Метод граничных элементов сводит задачу к интегральному уравнению Фредгольма 2-го рода на границе [2]:

$$\frac{1}{2} \mu(x) + \int_{\partial\Omega}^{\square} \mu(y) \frac{\partial G}{\partial n_y}(x, y) dS_y = \varphi(y), \quad x \in \partial\Omega$$

где $G(x, y) = \frac{1}{2\pi} \ln|x - y|$ — фундаментальное решение. После дискретизации границы на $M=320$ элементов решается СЛАУ размерности 320×320 . Точность ВЕМ — 0.005%, вычисление одной внутренней точки — $O(320)$ операций.

Численные итерационные методы требуют покрытия области сеткой. Для шага $h=0.1$ число узлов составляет 1001×1001 [3].

Итерационная формула метода Якоби:

$$u_{i,j}^{(k+1)} = \frac{u_{i-1,j}^{(k)} + u_{i+1,j}^{(k)} + u_{i,j-1}^{(k)} + u_{i,j+1}^{(k)}}{4}$$

Сложность метода — $O(N^3) \approx 10^9$ операций. Параллельная реализация на MPI/CUDA даёт ускорение не более чем в 5–10 раз из-за необходимости обмена граничными данными (закон Амдала).

Библиографический список

1. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. — М.: Наука, 1977. — 736 с.
2. Бреббия К., Теллес Ж., Вроубел Л. Методы граничных элементов. — М.: Мир, 1987. — 524 с.
3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. — М.: Лаборатория знаний, 2020. — 636 с.

*О.М. Иванова, маг.; рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент,
ИГЭУ, г. Иваново*

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ СОБЫТИЙ ХОДЬБЫ НА ОСНОВЕ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ИНЕРЦИАЛЬНЫМИ ДАТЧИКАМИ

Анализ походки важен для диагностики двигательных нарушений. Использование инерциальных модулей (IMU) требует точного определения моментов касания пяткой (HS) и отрыва носка (TO). Ключевое условие – крепление датчиков на голени (не на стопе), что необходимо для пациентов с деформациями стоп.

Входные данные содержат трёхосевые сигналы акселерометра и гироскопа. Алгоритм использует «сырые» данные без явного интегрирования для избегания накопления ошибок дрейфа. Выполняется минимаксная нормализация исходных данных, т.е. приведение их к диапазону $[0,1]$. Для учёта контекста строится корреляционная матрица Пирсона между текущим сегментом и тремя последними сегментами каждого класса (HS, TO, none), что служит механизмом памяти, сохраняющим параллелизуемость вычислений.

Используются три модели (начального обнаружения + две уточняющие модели для HS и TO). Используются расширенные (dilated) свертки с ядром 2 и экспоненциальным ростом коэффициентов (1,2,4,8,16). Рецептивное поле – 32 отсчёта (160 мс), что покрывает фазы ходьбы и позволяет анализировать сигнал в различных временных масштабах без увеличения числа параметров.

Инициализация весов методом Glorot uniform; активация ReLU (начальная) и PReLU (уточняющие); регуляризация L2 ($\lambda=1e-4$) и Dropout ($p=0.1-0.2$), что интерпретируется как MAP-подход; оптимизация Nadam (адаптивные моменты + импульс Нестерова).

Получены следующие результаты: чувствительность (SE) – 98.74% (HS) и 97.68% (TO); специфичность (SP) – 98.90% и 99.17%; пороговая точность (TA) с допуском 25 мс – 97.77% (HS) и 95.61% (TO). Ошибка длительности цикла ходьбы: 0.021 ± 0.091 с. (клинически незначимо).

Разработанный математический аппарат обеспечивает высокую точность детекции событий ходьбы при креплении датчиков на голени, что критически важно для пациентов с деформациями стоп. Расширенные свертки и корреляционная память позволяют устойчиво анализировать биомеханические сигналы без накопления ошибок.

*Е.П. Ивличев, асп.; рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент,
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ДИНАМИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЭЭГ АКТИВНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ВСІ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Традиционный анализ ЭЭГ, привязанный к фиксированным схемам размещения электродов (10-20), ограничен высокой размерностью данных [1] и зависимостью от индивидуальной анатомии [2].

Предложен метод трекового моделирования, заменяющий анализ многоканальных сигналов на изучение траекторий доминирующих состояний мозга в пространстве сниженной размерности. Ключевой элемент метода – «лидер» $L(t)$, интегральный показатель активности, вычисляемый как первая главная компонента (РСА) в скользящем окне.

Трек – это непрерывная траектория перемещения лидера в фазовом пространстве. Подход снижает размерность с десятков каналов до 1–3 координат, становясь инвариантным к схеме размещения электродов и форме черепа пользователя. Визуализация отображает состояние оператора как движущуюся точку со «шлейфом». Геометрия трека служит маркером когнитивных состояний: прямолинейное быстрое движение соответствует фокусу внимания, хаотичное компактное блуждание – рассеянности или релаксации.

Экспериментальная проверка с использованием шлема OpenBCI [3] подтвердила, что анализ треков позволяет детектировать смену когнитивных состояний существенно быстрее по сравнению с традиционным поканальным спектральным анализом. Снижение размерности обеспечило возможность работы системы обратной связи в реальном времени на нетребовательном к вычислительным ресурсам оборудовании. Метод открывает перспективы создания портативных ВСІ-систем, не требующих длительной установки электродов и сложной анатомической калибровки.

Библиографический список

1. Mullen, T., Kothe, C., Chi, Y. M., Ojeda, A., Kerth, T., Makeig, S., ... & Cauwenberghs, G. (2015). Real-time neuroimaging and cognitive monitoring using wearable dry EEG. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 62(11), 2553–2567.
2. Lopez-Gordo, M. A., Sanchez-Morillo, D., & Valle, F. B. (2014). Dry EEG electrodes. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 14(7), 12847–12870.
3. Ивличев Е.П. Применение беспроводного шлема ВСІ для анализа ЭЭГ данных методами искусственного интеллекта / В книге: Математическое моделирование и информационные технологии. Двадцатая всероссийская (Двенадцатая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных. Материалы конференции. В 6-ти томах. Иваново, 2025. С. 105.

С.Д. Критский, студент;

рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель (ИГЭУ, г. Иваново)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CUDA ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ ЧАСТИЦ В ТРЁХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Моделирование гравитационного взаимодействия системы частиц в трёхмерном пространстве является важной задачей вычислительной физики и компьютерного моделирования. При увеличении числа частиц вычислительная сложность существенно возрастает, поскольку на каждом шаге необходимо учитывать взаимное влияние большого количества объектов. Поэтому использование технологии CUDA, обеспечивающей параллельную обработку данных на графическом процессоре, является эффективным средством повышения производительности. В данной работе рассматривается применение CUDA для моделирования гравитационного взаимодействия системы частиц в трёхмерном пространстве в реальном времени.

1. Построение математической и программной модели гравитационного взаимодействия частиц на основе закона всемирного тяготения с учётом их координат, масс и скоростей.
2. Реализация вычислительного алгоритма с использованием CUDA для параллельного расчёта сил взаимодействия и обновления состояния системы на графическом процессоре.
3. Разработка программного приложения, обеспечивающего визуализацию движения частиц в трёхмерном пространстве и управление параметрами моделирования в реальном времени.

Практическая значимость работы заключается в создании программного средства, сочетающего высокую вычислительную производительность и наглядность представления результатов. Использование CUDA позволяет существенно сократить время расчётов при моделировании систем с большим числом частиц, а визуализация в реальном времени обеспечивает удобство наблюдения за динамикой модели. Разработанное приложение может быть использовано в учебных целях, при исследовании численных методов моделирования, а также для демонстрации возможностей параллельных вычислений на GPU.

Библиографический список

1. <https://www.nvidia.com/pl-pl>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Гравитационная_задача_N_тел

С.Д. Критский, студент;
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель (ИГЭУ, г. Иваново)

**РЕАЛИЗАЦИЯ СЕТЕЙ ПЕТРИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
CUDA И ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА
ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

Сети Петри широко применяются для моделирования параллельных и распределённых систем. Они позволяют описывать состояние системы, последовательность событий и взаимодействие процессов. При увеличении размера сети возрастает вычислительная сложность моделирования, поэтому для ускорения обработки можно использовать технологию CUDA, позволяющую выполнять вычисления на графическом процессоре. В данной работе рассматривается реализация сетей Петри с использованием CUDA и разработка графического интерфейса пользователя для создания, запуска и визуализации модели.

1. Разработка модели сети Петри, включающей позиции, переходы, дуги и маркеры, а также реализацию основных правил работы сети.
2. Использование CUDA для ускорения вычислений при анализе состояний сети и обработке переходов.
3. Создание графического интерфейса пользователя для удобного построения сети, настройки параметров и просмотра результатов моделирования.
4. Сравнение производительности последовательной и параллельной реализации на примере сетей разного размера.

Разрабатываемая система сочетает возможности параллельных вычислений и наглядного графического представления модели, что делает процесс моделирования более быстрым и удобным для пользователя. Использование CUDA позволяет сократить время обработки сложных сетей Петри, особенно при увеличении числа элементов и связей между ними. Графический интерфейс, в свою очередь, упрощает создание моделей, управление параметрами и анализ полученных результатов.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения разработанной системы в учебном процессе, при исследовании дискретных систем и для демонстрации принципов параллельных вычислений на GPU.

Библиографический список

1. <https://www.nvidia.com/pl-pl>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Сеть_Петри

С.Д. Критский, студент;

рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель (ИГЭУ, г. Иваново)

РАЗРАБОТКА CUDA-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В ДВУМЕРНОЙ СРЕДЕ

Моделирование волновых процессов является важной задачей вычислительной физики и компьютерного моделирования. Особый интерес представляют дискретные подходы, в которых распространение волн описывается на основе клеточных автоматов. Такой подход позволяет наглядно воспроизводить волновые эффекты, включая интерференцию, дифракцию и дисперсию, а также удобно визуализировать их в двумерном пространстве. При увеличении размеров расчётной сетки вычислительная нагрузка возрастает, поэтому использование технологии CUDA для параллельной обработки данных на графическом процессоре является эффективным средством повышения производительности. В данной работе рассматривается разработка CUDA-приложения для симуляции световых волн на основе клеточного автомата с визуализацией результатов.

1. Построение дискретной модели распространения световых волн на основе клеточного автомата в двумерной среде.
2. Реализация вычислительного алгоритма с использованием CUDA для параллельного обновления состояний ячеек расчётной сетки.
3. Разработка программного приложения, обеспечивающего настройку параметров моделирования и визуальное представление волновых эффектов.

Практическая значимость работы заключается в создании программного средства, сочетающего высокую вычислительную эффективность и наглядность представления результатов. Использование CUDA позволяет ускорить выполнение численного эксперимента, а визуализация облегчает анализ поведения волновой системы. Разработанное приложение может быть использовано в учебных целях, при изучении клеточных автоматов, волновых процессов и возможностей параллельных вычислений на GPU.

Библиографический список

1. <https://www.nvidia.com/pl-pl>
2. <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2663.pdf>
3. <https://royalsocietypublishing.org/rspa/article/462/2074/2927/81997/Cellular-automaton-approach-to-electromagnetic>

*И. А. Лопатин, студ.; рук. А. Б. Гнатюк, уч. степень (к. т. н.),
уч. звание (доцент) (ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРИОРИТИЗАЦИЯ РЕНДЕРИНГА КАДРОВ ДЛЯ ПРЕДПРОСМОТРА В ВИДЕОРЕДАКТОРЕ

В программе-видеоредакторе предпросмотр видео требует рендеринга кадров с эффектами. Самый простой подход — отрисовывать только тот кадр, на котором находится проигрывающая головка. Однако при интерактивной перематке по таймлайну это часто вызывает задержку между действием пользователя и обновлением изображения, что ухудшает навигацию, поиск нужного фрагмента и пользовательский опыт в общем [1–3]. В то же время пререндеринг всех кадров подряд требует слишком больших вычислительных затрат и потому неэффективен.

Анализ работ [1, 2, 4] показывает, что заранее следует готовить прежде всего те кадры, которые с наибольшей вероятностью понадобятся пользователю в ближайший момент. Поэтому предпросмотр можно рассматривать как задачу пререндеринга кадров с приоритизацией. При этом могут учитываться положение проигрывающей головки, направление перемещения по таймлайну, недавно просмотренные участки и близость к значимым событиям записи.

Таким образом, для уменьшения задержки предпросмотра необходим пререндеринг, но его эффективность определяется не сплошным расчётом всех кадров, а их приоритизацией.

Библиографический список

- 1. Matejka J., Grossman T., Fitzmaurice G.** Swift: reducing the effects of latency in online video scrubbing // Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '12). 2012. С. 637–646. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2207676.2207766> (дата обращения: 10.04.2026).
- 2. Matejka J., Grossman T., Fitzmaurice G.** Swifter: improved online video scrubbing // Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '13). 2013. С. 1159–1168. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2470654.2466149> (дата обращения: 10.04.2026).
- 3. Deber J., Jota R., Forlines C., Wigdor D.** How Much Faster is Fast Enough?: User Perception of Latency & Latency Improvements in Direct and Indirect Touch // Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '15). 2015. С. 1827–1836. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2702123.2702300> (дата обращения: 11.04.2026).
- 4. Moser F., Kraiss A., Klas W.** L/MRP: A Buffer Management Strategy for Interactive Continuous Data Flows in a Multimedia DBMS // Proceedings of the 21st International Conference on Very Large Data Bases (VLDB '95). 1995. С. 275–286. URL: <https://www.vldb.org/conf/1995/P275.PDF> (дата обращения: 11.04.2026).

*С.А. Ляпин, асп.; рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент,
ИГЭУ, г. Иваново*

ЕДИНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ АРХИТЕКТУРА ОЦЕНКИ ГЛУБИНЫ ПОМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ ЯКОРЕЙ

Современные нейросетевые модели, такие как MiDaS и Depth Anything, основанные на архитектуре Dense Prediction Transformer, позволяют получать карты глубины высокого качества из одного изображения [1, 2]. Однако эти модели предсказывают лишь относительную глубину. Они корректно определяют, что один объект ближе другому, но не могут указать фактическое расстояние в метрах.

Для решения этой проблемы автором разработан метод семантических якорей [3]. Нейронная сеть-детектор обнаруживает объекты с типовыми размерами (двери, бытовая техника, мебель) на изображении, после чего байесовский алгоритм сопоставляет их предсказанные размеры с реальными и вычисляет масштабный коэффициент для всей сцены.

Предлагается архитектура единой нейронной сети, объединяющей оба этапа. Сеть построена на основе общего энкодера Vision Transformer, который извлекает признаки из входного изображения. Извлечённые признаки поступают в два параллельных декодера. Декодер глубины предсказывает попиксельную карту расстояний, а декодер якорей выполняет детектирование объектов со стандартизированными размерами. Результаты обоих декодеров объединяются в дифференцируемом модуле оценки масштаба, который вычисляет метрический масштабный коэффициент на основе сопоставления предсказанных и априорных размеров якорей. Благодаря общему энкодеру семантические признаки, полезные для распознавания якорей, одновременно помогают точнее оценивать глубину, и наоборот. На выходе сеть даёт непосредственно метрическую карту глубины без необходимости внешней постобработки.

Библиографический список

1. Ranftl R., Bochkovskiy A., Koltun V. Vision Transformers for Dense Prediction. ICCV, 2021. pp. 12179-12188.
2. Yang L., Kang B., Huang Z. et al. Depth Anything V2. NeurIPS, 2024.
3. Ляпин, С. А. Метод семантических якорей для восстановления метрического масштаба монокулярной реконструкции помещений / С. А. Ляпин // Энергоинновации : Материалы Научно-практической конференции Молодежной секции РНК СИГРЭ, Иваново, 27 ноября 2025 года. - Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2025. - С. 343-346.

Паначин К.Р., студ.; Рук. Гнатюк А.Б. (ИГЭУ, г. Иваново)

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКУРСИВНОГО АЛГОРИТМА НА C++ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ ГАУССА

Решение подобных задач подразумевает два способа решения, основное различие которых заключается в управлении памятью и гибкости кода. Итеративный подход использует фиксированный объем памяти, но требует вложенных циклов для задач перебора, что делает код нечитаемым. Рекурсивный подход позволяет решать задачу через самовывозов функции, автоматически масштабируясь под любой размер доски. Однако это создает нагрузку на стек вызовов: каждый шаг рекурсии резервирует память, что при больших значениях может привести к ошибке переполнения стека. [1, 2].

Сложность P и NP в комбинаторных задачах, как и в нашей задаче о расстановке фигур на шахматной доске, относится к классу задач с высокой вычислительной сложностью. Проверка одного варианта расстановки выполняется за полиномиальное время, что соответствует классу P. Однако общее количество комбинаций растет экспоненциально, приближая задачу к классу NP, в перспективе эффективность поиска может быть повышена за счет технологий распараллеливания вычислений. Использование рекурсии с методом поиска с возвратом позволяет эффективно отсекал неверные ветви решений, значительно ускоряя поиск. [2].

Библиографический список:

1. Рекурсивные функции в C++ [Электронный ресурс] // Metanit: современное программирование. URL: <https://metanit.com/cpp/tutorial/3.6.php>
2. Эффективность алгоритмов. Сложность алгоритмов [Электронный ресурс] //Metanit: современное программирование. URL:<https://metanit.com/sharp/algorithm/1.1.php>

*А.С. Пучков, студ.; рук. Е.Б. Игнатьев, к.т.н., доц. (ИГЭУ,
г. Иваново)*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА ИЗМЕНЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Силовые трансформаторы являются ключевыми элементами энергосистем. С развитием систем непрерывного мониторинга объем накапливаемых диагностических данных (таких как анализ растворённых газов в масле) экспоненциально растёт. Это делает невозможным оперативный анализ текущего состояния оборудования традиционными методами и требует применения высокопроизводительных вычислительных систем.

Цель работы — распараллеливание алгоритмов машинного обучения (Random Forest, Gradient Boosting, LSTM, autoML [1]) для прогноза состояния оборудования, так как их последовательное обучение на больших выборках неэффективно.

Для решения проблемы масштабируемости предлагается использование гетерогенных сред: технология OpenMP применяется на CPU для предобработки и построения деревьев (Random Forest), а архитектура CUDA на GPU — для ресурсоемких матричных операций в LSTM и градиентном бустинге. В конвейерах autoML используется гибридное распределение нагрузки (Data Parallelism).

Разработка реализуется как подсистема комплекса «Диагностика+». Интеграция OpenMP и CUDA кратно ускоряет процесс обучения, позволяя оперативно переобучать модели на потоковых данных. Это повышает точность выявления предаварийных состояний и оптимизирует эксплуатационные затраты энергосетей.

Библиографический список

- 1. Guillermo Santamaria-Bonfil, Gustavo Arroyo-Figueroa, Miguel A. Zuniga-Garcia, Carlos Gustavo Azcarraga Ramos and Ali Bassam.** Power Transformer Fault Detection: A Comparison of Standard Machine Learning and autoML Approaches // *Energies* 2024, <https://doi.org/10.3390/en17010077>

*Ю.С. Сидорова, студ.; рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент,
ИГЭУ, г. Иваново*

ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ ПРИЗНАКОВ НА ПРИМЕРЕ НАБОРА ДАННЫХ MNIST

Набор данных MNIST (рис. 1) включает в себя обучающую выборку (около 60000 примеров рукописных цифр) и тестовую выборку (около 10000 примеров). Он используется для проверки эффективности различных моделей машинного обучения [1].



Рис. 1. Примеры рукописных цифр из набора данных MNIST

Для синтеза моделей машинного обучения нужно учитывать особенности обучающей выборки [2]. Для набора данных MNIST было произведено выделение первичных признаков, под которыми понимаются наиболее часто встречающиеся области, характерные для конкретных цифр. При этом важно удалить одинаковые области, встречающиеся у различных цифр, т.к. при обучении это приведет к бесцельным осцилляциям вокруг правильных значений.

Для корректного выделения первичных признаков необходимо одинаково позиционировать образцы из обучающих выборок. Опыт выделения первичных признаков как из обучающей, так и из тестовой выборок показал примерно одинаковые результаты распознавания цифр около 70% до обучения искусственной нейронной сети.

Библиографический список

1. MNIST Dataset // Kaggle – платформа для машинного обучения : сайт. – URL: <https://www.kaggle.com/datasets/hojjatk/mnist-dataset>;
2. Сидорова Ю.С. Оптимизация структуры нейронной сети алгоритмом отжига / В книге: Математическое моделирование и информационные технологии. Девятая всероссийская (Двенадцатая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных. Материалы конференции. В 6-ти томах. Иваново, 2025. С. 121.

*К.О. Степанов, студ.; рук. Л.П. Чернышёва, ст. преподаватель
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕСУРСОЗАТРАТ В СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ ПОМОЩИ ЯЗЫКА СИ

Существует проблема внедрения алгоритмов машинного обучения в сверхминиатюрные автономные устройства (беспилотные разведывательные аппараты, средства скрытного мониторинга). Данные устройства требуют создания моделей с минимальным энергопотреблением и объемом памяти для работы без каналов связи.

Существующие фреймворки (PyTorch, YOLO) обеспечивают высокую точность, но их зависимость от сред исполнения делает их непригодными для микроконтроллеров с объемом памяти в единицы мегабайт. Для устройств размером в несколько сантиметров использование таких фреймворков физически невозможно.

В исследовании предлагается сверхлегковесная сверточная нейронная сеть (CNN), реализованная на языке C. Ключевой принцип — полный отказ от внешних зависимостей на всех этапах: от предобработки до ручного вычисления градиентов и обновления весов по методу стохастического градиентного спуска.

Параметры модели (матрица весов 196×10 и вектор смещений) занимают **16 КБ** постоянной памяти, что в **187 раз** меньше по сравнению с аналогами. Модель может быть развернута на микроконтроллерах с 32 КБ Flash (STM32G030, nRF52810). Достигнутая точность на MNIST — **88.5%**.

Для экстремально ограниченных платформ (ATTiny85: 8 КБ Flash, 0.5 КБ RAM) перспективна дальнейшая оптимизация: реализация на ассемблере, квантизация весов до int4 /бинарных значений, адаптация под задачи бинарной классификации или детекции аномалий. Это позволит создавать устройства с локальным интеллектом, работающие от одного элемента питания годы.

Результаты исследования демонстрируют принципиальную возможность создания моделей машинного обучения, сжатых до десятков килобайт, с сохранением работоспособности, достаточной для специализированных применений.

Библиографический список

1. Столяров А. В. Программирование: введение в профессию. Том 2. 2020. — 470 с. — ISBN 978-5-97060-819-5. — URL: http://stolyarov.info/books/programming_intro.

*А. С. Хачатрян, студ.; рук. Чернышева Л. П. старший преподаватель,
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МОДЕЛЬ ПАРАЛЛЕЛИЗМА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЕБ-СЕРВЕРОВ НА GO И C#

Предмет исследования — сравнение моделей параллелизма: системных потоков в C# и горутин в Go для задач высоконагруженного веб-обслуживания.

Актуальность обусловлена требованием к веб-серверам обрабатывать десятки тысяч одновременных соединений. Потоки имеют высокие накладные расходы на потребление памяти [1], тогда как легковесные горутин предлагают альтернативу для создания производительных систем [2]. Существующие исследования ограничены узким выбором метрик [3].

Цель работы: определить оптимальные сценарии применения потоков и горутин в веб-серверах на основе сравнительного анализа.

Ключевые метрики исследования: пропускная способность (PRS), время отклика, потребление памяти, загрузка CPU.

Таблица 1 – сравнение по ключевым метрикам

	Пропускная способность	Время отклика (мс)	Потребление памяти (на одну горутину/поток)	Общее потребление памяти
Go	1882	35	~53 KB на горутину	47MB
C#	1889	34	~2463 KB на поток	436MB

Эксперимент, связанный с нагрузкой центрального процессора, показал: максимальный показатель нагрузки на Go – 95.8%, C# - 38.8%.

Таким образом, горутин обеспечивают сопоставимую с потоками C# пропускную способность и время отклика, но при этом потребляют меньше оперативной памяти. Go оптимален для систем с ограниченными ресурсами, а C# оптимален для систем в рамках экосистем .NET.

Библиографический список

1. Microsoft. *Threads and threading*. .NET Standard Documentation. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/threading/threads-and-threading> (дата обращения:).
2. Официальная документация Go. Модель параллелизма: горутин и каналы [Электронный ресурс]. URL: https://go.dev/doc/effective_go#concurrency (дата обращения:).
3. Гасанов З.З. Анализ производительности многопоточных программ, написанных на языках Java и Go // Наука и образование сегодня. – 2018.

*Н.А. Шарбанов, маг.; рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент,
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ UNREAL ENGINE

При разработке игровых приложений на платформе Unreal Engine часто возникает необходимость обработки больших объёмов данных (массивы примитивных типов, большие диапазоны индексов) без блокировки игрового потока. Встроенные средства Blueprint (циклы ForEach, ForLoop) выполняются синхронно на игровом потоке, что при масштабных вычислениях приводит к заметному снижению производительности. Разработчики вынуждены либо мириться с падением частоты кадров, либо реализовывать многопоточную логику на языке программирования C++, что требует глубоких знаний по работе с платформой, а также увеличивает время разработки [1].

Для решения этой проблемы разработан плагин Parallel Primitive Operations для платформы Unreal Engine 5.6. Плагин предоставляет набор латентных узлов Blueprint (Parallel ForEach, Parallel For Loop), которые выполняют итерации по массивам примитивных типов или диапазонам индексов в пуле рабочих потоков движка. Механизм чанков (для группировки элементов) и настраиваемое максимальное количество одновременных задач позволяют гибко управлять степенью параллелизма. Для безопасного сбора результатов из многопоточной среды реализованы атомарные счётчики и выходные буферы с однократной записью на индекс. Встроенный редакторный модуль выполняет статический анализ графов Blueprint, предупреждая о потенциально небезопасных вызовах (например, работе с актёрами) в теле цикла, и при необходимости автоматически переключает выполнение на игровой поток.

Разработанный плагин сокращает время реализации параллельных вычислений в проектах на Unreal Engine, снижает порог входа для технических дизайнеров и повышает производительность игровых приложений за счёт эффективного использования многоядерных процессоров.

Библиографический список

1. Unreal Engine Documentation. Parallel Tasks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/API/Runtime/Engine/FLatentActionManager> (дата обращения: 01.04.2026).

*А.В. Шарыпов, студ.; рук. А.Б. Гнатюк, к.т.н., доц.,
(ИГЭУ, г. Иваново)*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЁТА ПОСЕЩЕНИЙ ЗАНЯТИЙ СТУДЕНТАМИ

В работе рассматривается автоматизированная система учёта посещаемости занятий, базирующаяся на технологии UHF RFID (радиочастотная идентификация сверхвысоких частот). Актуальность разработки обусловлена необходимостью повышения достоверности данных о посещаемости, снижения трудозатрат преподавателей и создания эффективного механизма контроля в вузе.

Система предназначена для высших и средних специальных учебных заведений и представляет собой комплекс аппаратных средств и программного обеспечения. Основное техническое решение – установка считывающих рамок при входе в аудитории, которые дистанционно сканируют UHF-метки, закреплённые за студентами. Это позволяет фиксировать проход без непосредственного участия обучающегося.

Ключевые сущности системы: студент с уникальной меткой; считыватель, привязанный к конкретной аудитории; расписание; преподаватель; занятие; академическая группа; администратор и сервер. Модуль расписания хранит информацию о соответствии группы, преподавателя и аудитории для каждого временного слота.

При проходе студента через рамку генерируется событие посещаемости, включающее временную метку, идентификатор метки и идентификатор считывателя. Программное ядро сопоставляет эти данные с расписанием, определяя факт присутствия или отсутствия. Временная метка позволяет классифицировать явку как своевременный приход либо опоздание. Внеплановые посещения студентов записываются, но в журнал не попадают.

Обслуживание системы обеспечивается сервером, обрабатывающим сигналы считывателей, и администраторами. Внедрение данной системы формирует единое информационное пространство, где данные о перемещениях студентов преобразуются в структурированные отчёты для преподавателей и деканата, повышая прозрачность учебного процесса.

Библиографический список

1. RFID // Википедия [Электронный ресурс] – 2008. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RFID> (дата обращения 03.04.2026).

*Л.В. Шумкова, студ.; рук. Л.П. Чернышева (ст. преп.)
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ: ТОП-500 И КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Рейтинг самых мощных вычислительных систем мира ТОП-500 обновляется дважды в год, он позволяет отслеживать продвижение в совершенствовании суперкомпьютерной отрасли. По состоянию на ноябрь 2025 года лидирующие позиции сохраняют американские системы: El Capitan с производительностью 2,746 эксафлопса, Frontier и Augoa. Все три машины принадлежат Министерству энергетики США. В совокупности Соединённые Штаты располагают 172 системами из списка, что составляет 46,5% от общей производительности рейтинга. Российская Федерация представлена пятью суперкомпьютерами, принадлежащими компаниям Яндекс и Сбербанк, с долей в мировой производительности 0,46%. Важно отметить, что данные о китайских системах в рейтинге отсутствуют в связи с санкционными ограничениями, введёнными против суперкомпьютерных компаний КНР. В декабре 2025 года завершён этап модернизации суперкомпьютерного кластера sHARISMa НИУ ВШЭ, в результате которого пиковая мощность достигла 3,5 петафлопс за счёт усиления графической подсистемы на базе ускорителей NVIDIA H200. Основным вектором развития стало обеспечение возможностей для обучения больших языковых моделей и решения задач генеративного искусственного интеллекта. Анализ динамики роста производительности суперкомпьютеров показывает замедление темпов: если до 2008 года мощность увеличивалась в 1000 раз каждые 11 лет, то в настоящее время этот показатель составляет 14 лет. Замедление связано с достижением физических ограничений традиционных архитектур, что стимулирует развитие альтернативных вычислительных платформ, включая квантовые и фотонные технологии. В России работы по созданию фотонной вычислительной машины ведутся, в частности, корпорацией «Росатом». Таким образом, дальнейшее развитие суперкомпьютерной отрасли будет определяться как совершенствованием существующих архитектур, так и переходом к принципиально новым физическим принципам обработки информации.

*В. С. Юдин, студ.; рук. А. Б. Гнатюк, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ АЛГОРИТМОВ УМНОЖЕНИЯ МАТРИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Умножение матриц является одной из базовых операций вычислительной математики и широко используется в научных расчётах, обработке данных, компьютерной графике и системах искусственного интеллекта. При увеличении размерности матриц вычислительные затраты быстро возрастают, поэтому задача повышения производительности матричных вычислений остаётся актуальной.

Существующие библиотеки линейной алгебры обеспечивают высокую скорость вычислений, однако чаще всего ориентированы либо на конкретную аппаратную платформу, либо только на один тип вычислительных устройств. Это затрудняет создание универсальных решений, способных эффективно работать как на многоядерных процессорах, так и на графических ускорителях.

Планируется разработка библиотеки, включающей несколько алгоритмов умножения матриц: классический алгоритм, алгоритм Штрассена и алгоритм Винограда. Для повышения производительности планируется использование технологий параллельного программирования OpenMP, CUDA и OpenCL. Такой подход позволит сравнить эффективность различных алгоритмов и обеспечить более гибкое использование вычислительных ресурсов на разных платформах.

Практическая значимость работы заключается в создании кроссплатформенной библиотеки для высокопроизводительных матричных вычислений, которая может применяться в инженерных, научных и интеллектуальных программных системах.

Библиографический список.

1. Пан В. Я. Быстрое умножение матриц и смежные вопросы алгебры // Математический сборник. 2017. Т. 208, № 11. С. 90–138.
2. Алексеев В. Б. Сложность умножения матриц. Обзор // Кибернетический сборник. Новая серия. Вып. 25. М.: Мир, 1988. С. 189–236.

СЕКЦИЯ 28
ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИКИ

Председатель –
д.т.н., профессор **Шуина Е.А.**

Секретарь –
специалист по УМР **Воронова Н.В.**

А.М. Глыбин; рук. А.Н. Беляков, д.т.н., проф. (ИГЭУ, г. Иваново)

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Целью данной работы является определение оптимальной схемы и распределения потоков энергоносителей (электрической, тепловой энергии и газового топлива) между источниками и потребителями в энергетической системе с точки зрения минимизации совокупных затрат при обеспечении заданной нагрузки.

Математическая модель основана на сформулированной транспортной задаче. Для каждого j -го потребителя определяются его тепловая Q_j^{out} и электрическая N_j^{out} нагрузки, которые должны быть удовлетворены потоками от доступных источников. Вводится матрица связей k_{ij} , где элемент равен 1 при наличии связи между i -м источником и j -м потребителем, и 0 – в противном случае.

На источники накладываются ограничения по максимальной выдаче:

$$N_i^{inp} = \sum_{j=1}^m k_{ij}^N (N_{ij}^N + N_{ij}^Q) < N_i^{\max}, Q_i^{inp} = \sum_{j=1}^m k_{ij}^Q Q_{ij} < Q_i^{\max}, B_i^{inp} = \sum_{j=1}^m k_{ij}^B B_{ij} < B_i^{\max}.$$

Целевая функция оптимизации представляет собой сумму приведенных затрат на передачу всех видов энергии:

$$F = \sum_{i,j} \left(c_{ij}^N k_{ij}^N (N_{ij}^N + N_{ij}^Q) + c_{ij}^Q k_{ij}^Q Q_{ij} + c_{ij}^B k_{ij}^B B_{ij} \right) \rightarrow \min_{N_{ij}^N, N_{ij}^Q, Q_{ij}, B_{ij}}$$

Решение оптимизационной задачи позволяет определить экономически наиболее выгодное распределение потоков энергоносителей, обеспечивающее надежное снабжение потребителей при минимальных системных затратах. Полученные результаты могут быть использованы для планирования режимов работы и развития систем энергоснабжения.

Библиографический список

1. Е.А. Баранцева, В.Е. Мизонов. Введение в теорию цепей Маркова и ее инженерные приложения: Учеб. пособие / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». Иваново, 2010 – 80 с.

В.П. Евдокимов; рук. В.Ю. Киселёв, доцент. (ИГЭУ, г. Иваново)
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА И
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ
РЕЖИМА ДНЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ О СНЕ И
АКТИВНОСТИ.

В условиях современного цифрового здравоохранения эффективность управления персональным режимом сна определяет качество жизни и дневную продуктивность.

Целью работы является разработка алгоритма и программного обеспечения для персонализированной оптимизации режима дня на основе анализа истории сна и активности пользователя, включая прогнозирование оптимального времени пробуждения и формирование адаптивных рекомендаций по коррекции режима сна.

Математическая модель. Задача оптимизации формулируется как задача линейного программирования с целевой функцией, включающей три компонента: стабильность режима сна (нормированное стандартное отклонение времени засыпания), соответствие возрастным нормам длительности сна и согласованность с циркадными ритмами. Решение осуществляется симплекс-методом. Ограничения определяются допустимым интервалом пробуждения (6:00–11:00) и минимальным количеством записей для статистической значимости (7 дней). Для статистического анализа реализован модуль расчёта математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения.

Архитектура и реализация. Программное обеспечение разработано на платформе .NET (C#) с применением принципов предметно-ориентированного проектирования. Класс SleepHistory выступает в роли корня агрегата, инкапсулирующего коллекцию записей SleepRecord и обеспечивающего целостность данных. Архитектура построена по модульному принципу: ядро системы (модели данных, статистические алгоритмы, сервисы принятия решений) не зависит от способов взаимодействия с пользователем. Это позволило реализовать три варианта пользовательского интерфейса на общей кодовой базе:

1. Консольное приложение
2. Telegram-бот
3. REST API как основа для последующей разработки веб-интерфейса.

В качестве хранилища данных на текущем этапе используются JSON-файлы. Архитектура хранения спроектирована с возможностью замены на реляционную базу данных (PostgreSQL) без изменения кода бизнес-логики. Для воспроизводимости окружения и упрощения развёртывания используется контейнеризация (Docker).

Результаты и перспективы. Верификация проводится на синтетических данных, имитирующих различные паттерны сна. Ожидаемая точность рекомендаций — расхождение не более 15 минут от теоретически рассчитанного оптимального времени пробуждения. Разработанный инструмент может использоваться для персональных рекомендаций по оптимизации индивидуальных циклов сна и бодрствования. Модульная архитектура позволяет легко наращивать функциональность, подключать новые интерфейсы взаимодействия и интегрироваться с носимыми устройствами (Samsung Watch 5 и аналогичными).

Библиографический список

1. Борбели, А. Тайна сна / А. Борбели ; пер. с нем. — Москва : АСТ : Corpus, 2020. — 336 с.
2. Саттон Р. С., Барто Э. Дж. С21 Обучение с подкреплением: Введение. 2-е изд. / пер. с англ. А. А. Слинкина. — М.: ДМК Пресс, 2020. — 552 с.
3. Что думают российские сомнологи о природе и функции сна // Институт проблем экологии и эволюции им А. Н. Северцова Российской академии наук ([Sev-in.ru](https://sev-in.ru)). — URL: <https://sev-in.ru/node/414> (дата обращения: 15.11.2025).

Жворонков А.И, студент 3 курса бакалавра; рук. Е.А. Шуина, д.т.н., проф. (ИГЭУ, г. Иваново)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФFUЗИОННОГО СМЕШИВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОДНОМЕРНОЙ ЯЧЕЕЧНОЙ МОДЕЛИ МАРКОВА

Целью данной работы является моделирование процесса смешивания сыпучих материалов в горизонтальном лопастном смесителе периодического действия с использованием аппарата цепей Маркова. Для математического описания процесса воспользуемся одномерной ячеечной моделью. Рассмотрим смеситель, разбитый вдоль продольной оси на $m=10$ ячеек идеального смешивания. В начальный момент времени весь ключевой компонент (например, краситель или активная добавка) сосредоточен в первой ячейке, что соответствует вектору начального состояния $S_0=[1,0,0,\dots,0]^T$. Процесс перемешивания осуществляется за счет диффузионного переноса с вероятностью $d=0.3$, конвективная составляющая отсутствует ($v=0$). Эволюция системы описывается рекуррентным матричным уравнением $S^{k+1}=P \cdot S^k$, где P – матрица переходных вероятностей.

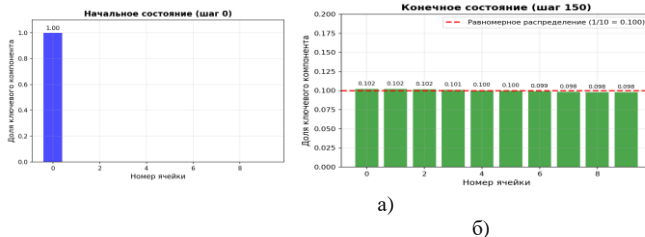


Рисунок 1 — Результаты моделирования диффузионного процесса: а — начальное состояние; б — конечное состояние;

На рисунке представлены результаты моделирования процесса за 100 шагов (переходов). График под б) иллюстрирует начальное состояние системы. График под б) показывает конечное распределение ключевого компонента, близкое к равномерному (пунктирная линия соответствует идеальному равномерному распределению $1/m=0.1$).

Библиографический список

1. Е.А. Баранцева, В.Е. Мизонов. Введение в теорию цепей Маркова и ее инженерные приложения: Учеб. пособие / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». Иваново, 2010 – 80 с.

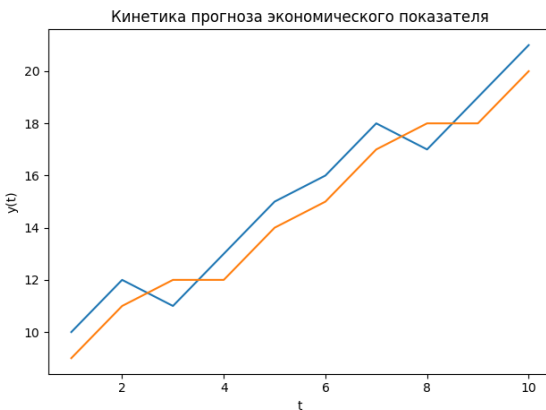
*И.Е. Изотов, бакалавр; рук. Е.А. Шуина, д.т.н., проф.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Применение нейронных сетей для прогнозирования экономических показателей.

Целью данной работы является исследование применения нейронных сетей для решения задачи прогнозирования экономических временных рядов и анализа динамики финансовых показателей. В современных условиях экономические системы характеризуются высокой степенью неопределённости, наличием шума в данных и сложными нелинейными зависимостями, что затрудняет использование классических методов прогнозирования.

Нейронные сети представляют собой математические модели, способные аппроксимировать сложные функциональные зависимости на основе обучающих данных. В рамках рассматриваемого подхода задача прогнозирования экономического показателя может быть представлена как восстановление зависимости: $y(t+1) = f(y(t), y(t-1), \dots, y(t-n))$, где $y(t)$ — значение экономического показателя в момент времени t , а функция $f(\cdot)$ аппроксимируется нейронной сетью.



Обучение модели осуществляется на основе минимизации функции ошибки, что позволяет корректировать параметры сети и повышать точность прогнозирования. В качестве функции потерь используется

среднеквадратичная ошибка:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Минимизация данной функции позволяет уменьшить расхождение между реальными и предсказанными значениями и повысить качество модели.

В работе рассматриваются основные прикладные направления использования нейронных сетей в экономике:

- 1) Финансовые рынки — прогнозирование цен акций, валютных курсов и других активов.
- 2) Банковская сфера — оценка кредитных рисков и выявление мошеннических операций.
- 3) Макроэкономический анализ — исследование динамики инфляции, ВВП и других показателей.
- 4) Управление рисками — прогнозирование кризисных ситуаций и оценка устойчивости экономических систем.

Использование нейронных сетей позволяет учитывать сложные нелинейные зависимости между экономическими переменными, а также адаптироваться к изменяющимся условиям среды. Это обеспечивает повышение точности прогнозов по сравнению с традиционными методами анализа временных рядов.

Результаты моделирования показывают, что нейронная сеть способна достаточно точно аппроксимировать динамику экономических показателей. Сравнение реальных и прогнозируемых значений демонстрирует хорошее согласование, что подтверждает эффективность выбранного подхода.

Таким образом, применение нейронных сетей в экономических задачах позволяет повысить качество прогнозирования, улучшить анализ данных и расширить возможности обработки сложных экономических процессов.

Библиографический список:

1. И. Гудфеллоу, Й. Бенжио, А. Курвил. Глубокое обучение: Deep Learning: Учеб. пособие. — М.: ДМК Пресс, 2018. — 652 с.
2. Я. Лекун, Й. Бенжио, Г. Хинтон. Глубокое обучение // Nature. — 2015. — Т. 521. — С. 436–444.
3. Ф. Шолле. Глубокое обучение на Python. — СПб.: Питер, 2019. — 400 с.

*Д.А. Кабитов, студ.; рук. М.А. Артамонов, к.п.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И УЛУЧШЕНИЙ АЛГОРИТМА LLL

В условиях широкого использования квантовых вычислений актуальной областью теоретических и прикладных исследований, включающей в себя разработку и анализ методов криптографической защиты информации, является постквантовая криптография.

Целью работы является экспериментальное исследование влияния параметров алгоритма Ленстры–Ленстры–Ловаса (LLL) на скорость сходимости и качество редукции базисов решёток. Алгоритм LLL является составной частью алгоритма защиты и воздействия на криптографический алгоритм шифрования NTRU [1]. Необходимость исследования обусловлена тем, что выбор оптимальных параметров LLL при решении прикладных задач с универсальными значениями параметров не всегда эффективен.

В данной работе реализована программная модель LLL-алгоритма на языке Julia. С этой целью проведён параметрический анализ влияния коэффициента Ловаса $\delta \in [0,5; 0,99]$ и порога размерной редукции $t \in [0,25; 0,75]$ в зависимости от контекста задачи. При этом установлено, что увеличение коэффициента δ повышает качество искомого базиса, однако приводит к росту числа итераций. Изменение параметра t в диапазоне 0,4–0,6 слабо влияет на результат.

На основе LLL-алгоритма дополнительно реализован модифицированный алгоритм BKZ. Показано, что этот алгоритм сокращает число итераций на 15–35% по сравнению с классическим LLL-алгоритмом при сохранении качества редукции, но при этом увеличивает время на каждую итерацию. Заметим, что для отдельных классов решёток увеличение коэффициента δ даёт значимое улучшение качества без чрезмерного замедления.

Разработанный программный модуль может быть использован для подбора параметров LLL в учебных и научных целях.

Библиографический список

1. Рацеев С.М. Основы криптографии на решетках. Изд.: Лань. 2026. 240 с.
2. Золотых Н.Ю. Решетки и приведенные базисы. 2006. 15 с.

*Д.А. Кабитов, студ.; рук. М.А. Артамонов, к.п.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРАКТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТИ КРИПТОСИСТЕМЫ NTRU К РЕШЕТОЧНЫМ АТАКАМ ПРИ МАЛЫХ ПАРАМЕТРАХ

Целью работы является практическая демонстрация решеточной атаки на учебную постквантовую криптосистему NTRU с использованием алгоритма LLL при малых параметрах и анализ границ криптостойкости. Актуальность обусловлена завершением стандартизации постквантовых алгоритмов NIST в 2024 году. NTRU служит эталонной моделью для иллюстрации принципа атаки для всего семейства алгоритмов на решетках. Необходимость исследования обусловлена тем, что выбор слабых параметров NTRU при шифровании информации может быть легко подвержен взлому со стороны LLL-алгоритма.

В работе реализована простая схема NTRU на языке Julia с параметрами $N < 50$, $p = 131$, $q = 1024$, включающая шифрование и расшифрование ASCII-сообщений. Построена решеточная модель размерности $N \times N$ и применен алгоритм LLL для редукции базиса и поиска короткого вектора, содержащего приватный ключ.

Установлено, что при $N = 11$ LLL-алгоритм восстанавливает эквивалентный приватный ключ за время менее 1 минуты, при этом *обнаружен эффект циклического сдвига расшифрованного сообщения. Заметим*, что увеличение размерности N до стандартизированных значений делает LLL-атаку вычислительно труднореализуемой из-за экспоненциального роста сложности.

В отличие от теоретических описаний, работа содержит полностью воспроизводимый эксперимент с явным приведением матрицы решетки размера 22×22 и пошаговым извлечением ключа.

Все исследование носит методический характер и не претендует на взлом стандартизированных параметров NTRU. Данный программный модуль может применяться в университетских курсах или при подготовке CTF-заданий. В перспективе планируется изучение способов улучшения алгоритма NTRU, а также рассмотрение и исследование стандартов **FIPS 203, FIPS 204, FIPS 205** и др.

Библиографический список

1. Рацев С.М. Основы криптографии на решетках. Изд.: Лань. 2026. 240 с.

Д.А. Кабитов, студ.; рук. Е.А. Шуина, д.т.н., проф.
(ИГЭУ, г. Иваново)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЛАВЫ ПРИ ИЗВЕРЖЕНИИ ВУЛКАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕПЕЙ МАРКОВА

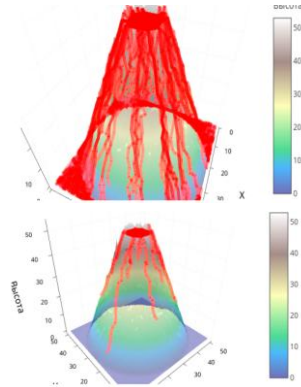
Целью данной работы является разработка математической модели стохастического процесса растекания лавы при извержении вулкана на основе теории цепей Маркова. Актуальность исследования обусловлена необходимостью прогнозирования зон затопления лавовыми потоками для минимизации ущерба инфраструктуре в вулcanoопасных регионах.

Для описания используется дискретная марковская модель на двумерной сетке, где каждая ячейка имеет высоту рельефа. Вероятности перехода определяются перепадом высот и температурой (вязкостью лавы). Ансамбль марковских траекторий отдельных частиц позволяет построить вероятностную карту затопления.

Учет температуры позволяет моделировать вязкость лавы: при высокой температуре лава растекается быстрее и дальше, при остывании подвижность снижается. Минимальная дисперсия траекторий достигается при определенном соотношении уклона рельефа и температуры.

Математическая модель реализована на языке Julia с использованием пакета Plots.jl для 3D-визуализации. На рисунках №1,2 изображены тестовые примеры кинетики формирования потока лавы при различных параметрах.

Разработанная модель при дальнейших улучшениях, развитии и поддержке может быть использована для прогнозирования зон затопления при планировании защитных сооружений и эвакуационных маршрутов.



Рисунки №1,2 -3d визуализация
поток извержения лавы.

Библиографический список

1. Волхов В.П., Рузайкин Г.И. Математическое моделирование газовых равновесий в вулканическом процессе. М.: Наука, 1974. 168 с.
2. Уткин И.С. Математическое моделирование течений магмы и вулканических газов: дис. канд. физ.-мат. наук. М., 2021. 120 с.

*П.Д. Ковалев; рук. В.Ю. Киселев, к.т.н., доцент.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

СОЗДАНИЕ АЛГОРИТМА НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Целью данной работы является разработка и исследование алгоритма классификации изображений на основе сверточной нейронной сети. Рассматривается упрощённая архитектура CNN, реализованная с использованием базовых операций линейной алгебры.

На этапе предварительной обработки входящих данных каждое изображение считывается, приводится к одному размеру и переводится в цветовое пространство RGB, затем все значения каждого пикселя делятся на 255 и приводятся к диапазону $[0,1]$. Затем изображение подается на вход нейронной сети в виде матрицы и выполняется операция свертки: ядра (матрицы произвольного размера содержащие весовые коэффициенты) пошагово проецируется на каждый фрагмент изображения, для выявления признаков, выполняя операцию скалярного произведения фрагмента на ядро. В результате получается новая матрица (карта признаков). Затем функция активации (ReLU) обнуляет отрицательные значения в картах признаков, фильтруя незначимые сигналы. Затем алгоритм сканирует полученные карты признаков окном размером 2×2 пикселя, сохраняя только максимальные значения в локальных фрагментах, что позволяет снизить размерность данных и сохранить только самые явные признаки. Затем карты признаков подвергаются операции выравнивания (преобразования в одномерный вектор признаков). Следующим этапом является принятие решения о классификации на основе вектора признаков. Для этого выполняется операция скалярного произведения вектора признаков на матрицу весов, размерность которой определяется количеством классов изображений и длиной векторов признаков. В результате имеем набор чисел длина которого равна количеству классов. Далее результат преобразовывается в вероятности с помощью функции softmax, позволяя принять финальное решение. Далее с помощью функции потерь Cross Entropy вычисляется логарифмическая оценка ошибки модели, т.е. чем большую ошибку допускает алгоритм, тем сильнее корректируются матрица весов и ядра.

В результате алгоритм начинает новый цикл с обновленными матрицей весов и ядрами.

Библиографический список

1. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python. — СПб.: Питер, 2018. — 400 с.

*Н.А.Коротков, бакалавр; рук. Е.А. Шуина, д.т.н., проф.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К ЭКЗАМЕНУ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ НА ОСНОВЕ СОКРАТОВСКОГО МЕТОДА.

Целью работы является разработка математической модели и программного кода для обучения студентов-первокурсников по дисциплине «Высшая математика» с использованием принципов Сократовского метода и моделей искусственного интеллекта. Актуальность темы обусловлена высоким уровнем академической неуспеваемости на начальных этапах обучения в вузе, где традиционные лекционные методы зачастую не учитывают индивидуальный темп усвоения материала. Данный метод позволяет избежать стандартного заучивания и добиться глубинного понимания курса высшей математике. В отличие от классических систем автоматизированного обучения, предлагаемый подход смещает фокус с контроля знаний на процесс формирования мыслительных паттернов. Это не трансляция готовых знаний, а стимуляция самостоятельного поиска ответов, активное включение обучающегося в процесс и осмысление обсуждаемых тем. Такой формат способствует развитию критического мышления, которое является ключевым навыком для успешного освоения технических дисциплин. Кроме того, использование элементов искусственного интеллекта позволяет адаптировать сложность диалога в реальном времени, подстраиваясь под текущее состояние студента. Интеллектуальное сопровождение реализуется через сценарий, в котором система, выявляя пробел или нестрогость в рассуждении студента, не даёт готовый ответ, а формулирует контрольный вопрос или подбирает упрощённую задачу, ведущую к самостоятельному осознанию ошибки. В результате работы получена модель обучения на основе сократовского метода, разработан прототип интеллектуального агента, способного вести диалог с пользователем, а также создано приложение для Android с системой задач по темам «матрицы», «пределы», «производные».

Библиографический список

1. Е. Уэйн Холмс, Майя Бялик, Чарльз Фадель. Artificial Intelligence In Education: Promises and Implications for Teaching and Learning// Центр реформирования учебных программ. 2019. URL: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf>. (Дата обращения: 20.11.2025)

*М.М. Магомедсайгитов, бакалавр; рук. В.Ю. Киселев, к.ф.-м.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФЕКЦИЙ И ДИНАМИКИ НЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛН.

В работе проводится сравнение между распространением инфекций и движением одиночных нелинейных волн. Целью работы является установление математических и динамических аналогий между развитием эпидемии и поведением решений уравнения Кортевега — де Фриза (КДФ).

Эпидемическая вспышка $I(t)$ может быть представлена как нелинейная волна, распространяющаяся внутри популяции. В качестве «среды» выступает пул восприимчивых лиц (S). Согласно гидродинамической аналогии, динамика такой волны зависит от «глубины дна», которой в данном случае является доступный объем ресурса S . Прохождение первой волны (I_1) приводит к истощению S , что эквивалентно уменьшению глубины водоема для последующей волны.

Результаты численных экспериментов подтвердили наличие эффектов, характерных для волновых процессов на мелководье. При уровне перекрестного иммунитета ($\sigma = 0,8$) обнаружена значительная задержка пика второй волны, составившая 42,4 суток. Это подтверждает эффект замедления волны в условиях дефицита восприимчивого населения. В сценариях с максимальным наложением волн зафиксировано падение амплитуды на 73,9 % при встречном смещении в 16,2 дня. Это соответствует режиму сильной деформации, когда волна затухает, не успев полностью сформироваться.

Проведенный анализ свидетельствует о возможности применения методов волновой физики для описания эпидемий. Выявленная задержка пиковых нагрузок показывает, что упрощенные методы прогнозирования не учитывают нелинейную динамику изменения состояния среды, что может приводить к ошибкам в определении периодов максимальной нагрузки на больницы. Применение предложенного подхода позволяет более точно интерпретировать механизмы повторных вспышек заболеваний и может быть использовано при долгосрочном планировании противоэпидемических мероприятий.

Библиографический список

1. Додд Р., Эйлбек Дж., Гиббон Дж., Моррис Х. Солитоны и нелинейные волновые уравнения. — М.: Мир, 1988. — 696 с.

*М.М. Магомедсайгитов, бакалавр; рук. В.Ю. Киселев, к.ф.-м.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ЭПИДЕМИЙ С УЧЕТОМ СЕЗОННОГО ФАКТОРА.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки новых подходов к моделированию эпидемий в условиях одновременного распространения нескольких инфекций.

Целью работы является построение и анализ математической модели блочного типа, описывающей конкурентное взаимодействие двух инфекций с учетом периодических колебаний заражаемости.

Динамика системы описывается набором нелинейных дифференциальных уравнений. Ключевым фактором является введение временной зависимости коэффициента передачи $\beta(t)$ и параметра перекрестного иммунитета $\sigma \in [0, 1]$. Сезонность задается гармонической функцией: $\beta(t) = \beta_0 (1 + \alpha \cdot \sin(\omega t + \varphi))$. Взаимодействие возбудителей реализуется через модификацию классической модели SIR, где скорость изменения числа зараженных и переболевших для каждой инфекции корректируется с учетом доли населения, уже имеющей иммунитет к другому штамму. Параметр σ определяет долю населения, защищенную от одного штамма после перенесения другого.

Численное решение системы выполнено на языке Python. Установлено, что при $\sigma \geq 0,7$ пиковая нагрузка второй инфекции снижается более чем на 50%, то есть перекрестный иммунитет подавляет распространение второй инфекции. При снижении частоты сезонных колебаний (ω) взаимодействие инфекций ослабевает, так как население успевает снова стать восприимчивым к заболеванию.

Разработанная модель позволяет количественно оценить эффект подавления одной вспышки другой. Искажения эпидемических кривых свидетельствуют о волновой природе взаимодействия инфекций в активной среде. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации графиков вакцинации и прогнозирования нагрузки на систему здравоохранения в периоды сезонных обострений.

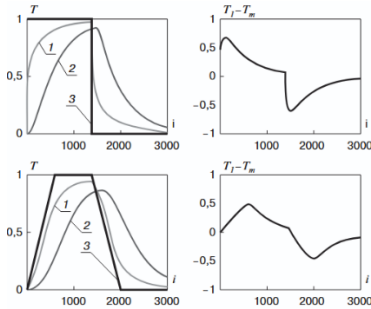
Библиографический список

1. Столяров А.С., Шарапов С.А. Моделирование совместной циркуляции двух инфекционных заболеваний в популяции // Вестник Санкт-Петербургского университета. Математика. Механика. Астрономия. – 2021. – Т. 8. – № 1. – С. 136-148.

*А.Н. Мартыненко, бакалавр; рук. Е.А. Шуина, д.т.н., проф.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАЗОГРЕВА ВЫСОКОВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В РЕЗЕРВУАРАХ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ МАРКОВСКОЙ ЦЕПИ.

Целью работы является поиск оптимального нелинейного разогрева вязкой жидкости для её транспортировки с соблюдением температурных ограничений. Ввиду симметрии рассматриваемой системы задача сводится к одномерному приближению. Геометрия резервуара аппроксимируется как неограниченная плоская стенка толщиной L , представленная совокупностью m прямоугольных ячеек $\Delta x=L/m$. Принимается, что в каждой ячейке все параметры распределены равномерно по её объёму. Время дискретно, процесс рассматривается через промежутки Δt . В каждый момент времени t состояние системы описывается вектором-столбцом температур $\mathbf{T} = [T_1, T_2, \dots, T_m]^T$. Изменение распределения температуры описывается рекуррентным уравнением: $\mathbf{T}^{k+1} = \mathbf{P} \cdot \mathbf{T}^k$



При скачкообразном включении нагревателя (верхние графики) целевая температура в центре достигается быстрее, однако разность температур $T_1 - T_m$ в начале процесса достигает пикового значения 0,7. Это создает риск локального перегрева нефти у стенок. Переход к рациональной трапециевидной программе (нижние графики) позволяет снизить

максимальный перепад температур более чем в 1,5 раза. Оптимизированный режим позволяет избежать нежелательных испарений и неоднородности.

Библиографический список

1. Федосов, С. В. Моделирование прогрева стеновых панелей при их термической обработке / С. В. Федосов, В. Е. Мизонов, Е. А. Баранцева [и др.] // Строительные материалы. — 2007. — № 2. — С. 2–3

*П.А. Миронова, студ.; рук. М.А. Артамонов, к.пед.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КРИПТОСТОЙКОСТИ ОТ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ

В работе исследуются факторы, влияющие на стойкость криптосистем на эллиптических кривых $y^2 = x^3 + ax + b$ над конечным полем F_p (ЕСС). Стойкость таких систем определяется сложностью решения задачи дискретного логарифмирования на эллиптической кривой (ECDLP) [1]. Наиболее эффективные общие алгоритмы решения этой задачи (baby-step giant-step, Pollard's rho) имеют сложность $O(\sqrt{n})$, где n – наибольший простой делитель порядка N эллиптической кривой.

Например, для кривой $y^2 = x^3 + 7$ над конечным полем F_p при $p = 17, 31, 101, 257, 9973$ установлено, что количество операций атаки растет пропорционально \sqrt{n} , что подтверждает теоретическую оценку $O(\sqrt{n})$. При этом количество операций варьировалось от 14 при $p = 17$ до 95 при $p = 9973$, т.е. рост числа операций прямо коррелирует с увеличением n , вызванным ростом порядка поля.

В другом эксперименте рассматривались эллиптические кривые при фиксированном значении $p = 101$: $y^2 = x^3 + ax + 7$ для $a \in \{0, 1, 2, \dots, 100\}$ и $y^2 = x^3 + b$ для $b \in \{1, 2, \dots, 10\}$. В первом случае количество операций атаки варьировалось от 24 до 35, время – от 0.08 до 0.18 мс, во втором случае – от 22 до 38 операций и время – от 0.07 до 0.23 мс. По нашему мнению, разброс значений обусловлен изменением порядка n базовой точки, который, в свою очередь, зависит от выбора a и b .

Таким образом, определяющим фактором стойкости является порядок n базовой точки, а не конкретные значения коэффициентов a и b . На практике рекомендуется выбирать эллиптические кривые с $n \approx 2^{256}$, а также проверять кривую на отсутствие сингулярности, суперсингулярности и аномальности.

Библиографический список

1. Василенко О.Н. Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии. – М.: МЦНМО, 2003. – 328 с.
2. Яценко В.В., Варновский Н.П., Нестеренко Ю.В. и др. Введение в криптографию. Новые математические дисциплины: Учебник / Под ред. В.В. Яценко. – СПб.: Питер, 2001. – 288 с.

*А.А. Молькова, 4-47; рук. Л. Н. Аксаковская, к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

АНАЛИЗ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ЗАКАЛКИ ТОНКОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНЫ

Целью данной работы является сравнительный анализ влияния типа граничных условий на кинетику охлаждения тонкой металлической пластины из стали 45 в процессе закалки для обеспечения требуемых структурных превращений и минимизации закалочных напряжений. Исследование опирается на аналитические решения двумерного уравнения теплопроводности для граничных условий первого рода (задача Дирихле, моделирующая закалку погружением в 10% раствор NaCl) и второго рода (задача Неймана, моделирующая конвективное охлаждение на воздухе). Рассматривается пластина размерами $20 \times 20 \times 1$ мм с начальной температурой $T_0 = 840^\circ\text{C}$ (температура закалки стали 45). Для первого рода на всех границах мгновенно задаётся фиксированная температура $T_{\text{ж}} = 20^\circ\text{C}$, что соответствует погружению в закалочную жидкость. Для второго рода на границах задаётся постоянный тепловой поток $q = -50000 \text{ Вт/м}^2$, моделирующий конвективный обдув воздухом. Аналитические решения получены методом разделения переменных в виде разложений в двойные ряды Фурье, отражающих различие в физической постановке краевых задач.

Проведённое в среде MATLAB численное моделирование позволило построить температурные поля и кривые охлаждения для обоих случаев. Для первого рода характерно быстрое охлаждение от границ к центру: температура в центре пластины падает от 840°C до 20°C за 20–25 секунд. Для второго рода процесс охлаждения протекает существенно медленнее: температура в центре достигает 20°C лишь через 1500 секунд (25 минут).

Условия первого рода (погружение в 10% раствор NaCl) обеспечивают критическую скорость охлаждения, необходимую для получения мартенситной структуры с высокой твёрдостью. Условия второго рода (конвективный обдув воздухом) не позволяют достичь закалочных скоростей, что приводит к формированию перлитной или сорбитной структуры.

Библиографический список

1. Егоров В.И. Точные методы решения задач теплопроводности. — Санкт-Петербург: СПб ГУ ИТМО, 2006. — 48 с.

*В.П. Оленичев, бакалавр; рук. Е.А. Шуина, д.т.н., проф.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА И АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Целью данной работы является разработка и исследование математической и программной модели, обеспечивающей распознавание рукописных ответов студентов и автоматическую оценку их правильности с применением методов искусственного интеллекта и компьютерного зрения. Для решения задачи предложена двухэтапная архитектура. На первом этапе используется модель компьютерного зрения YandexGPT Vision OCR для извлечения текстовой информации из изображений рукописного эталона и студенческой работы. На втором этапе для автоматической оценки применена языковая модель Qwen 2.5, которая выполняет семантическое сопоставление распознанного студенческого ответа с эталонным решением. Математическая модель оценки основана на вычислении метрик сходства, учитывающих возможные расхождения в формулировках, структуре и полноте ответа, что позволяет вычислить итоговый балл. Программный комплекс реализует полный цикл обработки: загрузка изображений письменных работ, их автоматическая расшифровка и выставление оценки.

Экспериментальное исследование, проведенное на выборке реальных студенческих работ, показало, что предложенная модель обеспечивает высокую точность распознавания рукописного текста с использованием OCR-компонента и достоверность оценивания на основе LLM. Применение семантического анализа позволяет снизить влияние вариативности формулировок ответов студентов на итоговую оценку.

Таким образом, предложенная модель позволяет эффективно распознавать рукописный текст и автоматически оценивать письменные работы, снижая нагрузку на преподавателей и обеспечивая объективность оценивания.

Библиографический список

1. Т. Блюш, Дж. Лурадур, Р. Мессина. Scan, Attend and Read: End-to-End Handwritten Paragraph Recognition with MDLSTM Attention // Корнельский университет. 2016. URL: <https://arxiv.org/pdf/1604.03286>. (Дата обращения: 27.11.2025)

*Д.Г. Павлова, студ. гр. 4-47; рук. Е.А. Шуина, д.т.н., проф.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К ЭКЗАМЕНУ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

Целью работы является разработка и апробация модели интеллектуальной системы сопровождения обучения высшей математике, основанной на Сократовском методе диалогового взаимодействия, для формирования у студентов-первокурсников навыков критического и осознанного мышления при решении задач по темам: матрицы, пределы, производные.

Суть работы заключается в интеграции педагогических принципов Сократовского диалога (эленхос, майевтика, апория) с современными методами искусственного интеллекта, что позволяет перевести традиционно монологичный формат цифрового обучения в интерактивный диалог «студент - интеллектуальный агент». В отличие от стандартных тренажёров, система не даёт готовых объяснений, а через серию наводящих вопросов направляет студента к самостоятельному открытию решения, выявляя и корректируя ошибки рассуждений.

Методы исследования включают в себя математическое моделирование диалоговой логики; построение байесовской модели оценки уровня знаний; применение обучения с подкреплением (Reinforcement Learning) для выбора стратегии вопросов; использование NLP-моделей (fine-tuning LLM) для анализа ответов студента на естественном языке. Разработаны алгоритмы адаптивного подбора задач с учётом индивидуальной траектории обучения.

Ожидаемые результаты - прототип интеллектуального агента в виде приложения для Android и настольной версии (PyQt), способного вести диалог по ключевым темам курса высшей математики. Планируется проведение эксперимента на группе студентов для оценки эффективности методики по критериям: глубина понимания, снижение количества типичных ошибок, рост мотивации к обучению. Результаты позволят обосновать преимущества диалогового ИИ перед традиционными форматами цифрового обучения.

Библиографический список

1. VanLehn K. The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems // *Educational Psychologist*. 2011. Vol. 46, no. 4. P. 197–221.
2. Башмаков А. И., Башмаков И. А. *Разработка адаптивных обучающих систем*. СПб.: БХВ-Петербург, 2015. 432 с.

**В.Н. Разгуляев, бакалавр; рук. Е.А. Шуина, д.т.н., проф.
(ИГЭУ, г. Иваново)**

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА ЯЗЫКЕ PYTHON С АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ И ПРОВЕРКОЙ ЗАДАНИЙ.

В работе представлена разработка адаптивной системы обучения программированию на языке Python, ориентированной на автоматическую генерацию и проверку практических заданий. Актуальность исследования обусловлена необходимостью персонализации учебного процесса, повышения эффективности самостоятельной работы обучающихся и автоматизации контроля результатов обучения. Научная новизна работы заключается в создании программного прототипа, объединяющего адаптивный механизм изменения сложности заданий, генерацию задач с использованием больших языковых моделей через Hugging Face Inference API и безопасную проверку пользовательских решений в изолированной среде Docker на открытых и скрытых наборах тестов. Личный вклад автора состоит в проектировании архитектуры системы, реализации прототипа на языке Python с использованием фреймворка Streamlit, настройке хранения данных на базе SQLite, применении системы контроля версий Git для отслеживания изменений приложения, а также в разработке функциональных модулей для ученика и преподавателя. Для ученика предусмотрены выбор темы, получение задания, доступ к теоретической подсказке и автоматическая проверка решения. Для преподавателя реализованы просмотр статистики, анализ результатов и работа с банком ручных задач. Практическая значимость работы заключается в возможности использования системы для организации самостоятельной подготовки обучающихся, текущего контроля и накопления данных об учебной деятельности. Перспективы использования полученных результатов связаны с дальнейшим расширением набора тематик, внедрением новых алгоритмов и интеграцией с другими образовательными платформами.

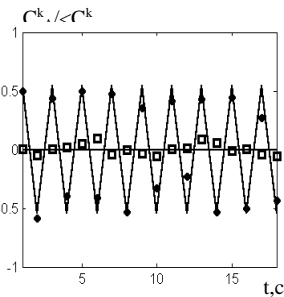
Библиографический список

1. Кручинин В.В., Морозова Ю.В., Зорин Ю.А. Построение и использование генераторов тестовых заданий в системах дистанционного обучения // Информационные технологии в образовании и науке. – С. 7.

Созинов А.В., аспирант; рук. Е.А. Шуина, д.т.н., проф.
(ИГЭУ, г. Иваново)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОПАСТНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ

Представлены результаты моделирования непрерывного лопастного перемешивания по схеме, описанной в [1]. В качестве объекта рассмотрен лопастной смеситель непрерывного действия GCM500 фирмы Geticke с рабочим объёмом 50 л. Модельными материалами служили манная крупа и кускус. В исследованиях при отсутствии сегрегации трассером использовали кускус, окрашенный йодом; его содержание в пробах на выходе определяли с помощью разработанного программного средства распознавания образов на цифровых фотографиях. На рисунке показаны пульсации содержания манной крупы (компонент А) при различных скоростях вращения лопастей при одинаковой подаче компонентов и одинаковом интервале отбора проб (1 с) в кюветы, размещённые на движущемся ленточном конвейере под выходным патрубком. При скорости 30 об/мин период «переключения» действия чётных и нечётных лопастей совпадает с периодом отбора, поэтому в пробах наблюдаются значительные пульсации компонента А, величина которых удовлетворительно согласуется с расчётной. При



удвоении скорости до 60 об/мин за тот же интервал отбора действие чётных и нечётных лопастей усредняется по времени, и расчётные пульсации практически полностью отсутствуют. пульсация содержания компонента А, по величине удовлетворительно совпадающая с расчётной. При удвоенной скорости вращения (60об/мин) за то же время отбора проб действие четных и нечетных лопастей усредняется по

времени, и расчетные пульсации должны вообще отсутствовать.

Библиографический список

1. Е.А. Баранцева, В.Е. Мизонов. Введение в теорию цепей Маркова и ее инженерные приложения: Учеб. пособие / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». Иваново, 2010 – 80 с.

*И.В. Соколов, бакалавр; рук. Е.А. Шуина, д.т.н., проф.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ГОЛОСА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.

В рамках работы для реализации поставленной цели было выполнено математическое моделирование процесса отображения текстовых данных в акустическое пространство речи. Построение модели основано на использовании нейросетевых архитектур с открытым исходным кодом, способных формировать компактное векторное описание индивидуальных характеристик голоса и применять его в качестве управляющего сигнала при генерации речи.

Ключевым этапом исследования является разработка алгоритмов адаптации модели под индивидуальные особенности преподавателя на основе ограниченного набора эталонных аудиозаписей. В работе реализован программный инструментарий на языке Python, позволяющий варьировать параметры настройки алгоритма синтеза.

На основе выбранной архитектуры и разработанных алгоритмов адаптации был реализован программный прототип системы синтеза речи. Разработанный комплекс позволяет автоматизировать создание персонализированного аудиоконтента для электронных образовательных платформ, преобразуя учебные пособия в аудиолекции, записанные голосом преподавателя.

Проводится серия вычислительных экспериментов, направленных на сравнительный анализ качества синтеза при различных параметрах модели. Полученные результаты позволят определить оптимальные параметры модели для достижения наилучшего баланса между качеством синтеза и сходством с голосом преподавателя.

Библиографический список

1. Ческидова М.А., Сиденко К.А., Карпета Т.В. Разработка полноценной системы синтеза голоса с помощью нейронной сети: Конкурсная статья. 2023 – 1 с.

Р.Р. Сунгатуллин; рук. В.Ю. Киселев, доц. (ИГЭУ, г. Иваново)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЕ СКИДКИ И КУПОНЫ ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ КЛИЕНТА.

В условиях цифровой экономики эффективность стратегий удержания клиентов определяет долгосрочную прибыльность компании. Целью работы является разработка алгоритма и программного комплекса для определения оптимальной персонализированной скидочной политики, максимизирующей совокупный доход от клиента в многотоварной среде.

В основе решения лежит математическое моделирование на базе методов обучения с подкреплением и теории марковских процессов принятия решений. В ходе исследования выполнен аналитический обзор подходов к расчёту лояльности. Для программной реализации выбрана модель Deep Q-Network с применением модификации Double DQN, обеспечивающая снижение переоценки Q-значений и повышение стабильности обучения.

Разработанный алгоритм включает формализацию взаимодействия с клиентом как марковского процесса, определение пространства состояний (лояльность, чувствительность к цене, прогресс эпизода, цена, маржа и популярность товара), пространства действий (скидки от 0 до 50 процентов) и функции вознаграждения.

Программная реализация выполнена в виде гибридного комплекса: серверная часть на Python с использованием библиотек PyTorch и Flask обеспечивает обучение агента в симулированной среде, клиентская часть на C# позволяет визуализировать Q-функцию. Среда моделирует четыре типа клиентов (лояльный, импульсивный, смешанный, чувствительный к цене) и ассортимент из более чем двадцати товаров.

Верификация выполнена на синтетических данных. Для анализа результатов привлекается аппарат теории случайных процессов, позволяющий оценить сходимость алгоритма и стационарность полученных политик. Разработанный инструмент может использоваться для экспериментального исследования стратегий персонализированных скидок.

Библиографический список

1. Исследование НАФИ: только 23% россиян ориентируются на бонусы при выборе магазина [Электронный ресурс] // Аналитический центр НАФИ. – 08.08.2025. – URL: <https://nafi.ru/polls/issledovanie-nafi-tolko-23-procenta-rossiyan-orientiruyutsya-na-bonusy-pri-vybore-magazina/> дата обращения: 05.11.2025).
2. Глубокое обучение с подкреплением на Python. OpenAI Gym и TensorFlow для профи. – СПб.: Питер, 2020. – 320 с. – (Серия «Библиотека программиста»). – ISBN 978-5-4461-1251-7.
3. Жерон, О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn, Keras и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем / О. Жерон. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2020. – 928 с. – ISBN 978-5-907203-33-4.
4. Mnih, V. Human-level control through deep reinforcement learning / V. Mnih, K. Kavukcuoglu, D. Silver [et al.] // Nature. – 2015. – Vol. 518, No. 7540. – P. 529–533.
5. Van Hasselt, H. Deep Reinforcement Learning with Double Q-learning / H. Van Hasselt, A. Guez, D. Silver // Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. – 2016. – Vol. 30, No. 1.
6. Schaul, T. Prioritized Experience Replay / T. Schaul, J. Quan, I. Antonoglou, D. Silver // International Conference on Learning Representations (ICLR). – 2016.
7. Sutton, R. S. Reinforcement Learning: An Introduction / R. S. Sutton, A. G. Barto. – 2nd ed. – Cambridge, MA: MIT Press, 2018. – 552 p. – ISBN 978-0-262-03924-6.

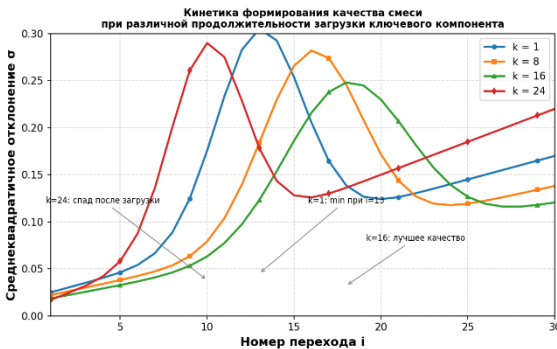
В.А. Уткин, бакалавр; рук. Е.А. Шуина, д.т.н., проф.
(ИГЭУ, г. Иваново)

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ СЕГРЕГИРУЮЩЕГО КЛЮЧЕВОГО КОМПОНЕНТА В СМЕСИТЕЛЬ.

Цель работы — поиск рациональной программы подачи сыпучего компонента, склонного к сегрегации, в работающий барабанный смеситель для достижения наилучшей однородности смеси.

Математическая модель. Процесс описывается одномерной цепью Маркова [1]. Ключевой компонент подаётся не одновременно, а распределённо: в течение первых k^* переходов в первую ячейку смесителя добавляется доля $1/k^*$ от общей загрузки. Качество смеси оценивается среднеквадратичным отклонением концентрации σ . Исследованы режимы $k^* = 1, 8, 16, 24$.

Анализ графиков позволяет сделать следующие выводы:



$k = 1$
(традиционная загрузка всего компонента в начале): минимум σ достигается при $i = 13^*$, затем качество быстро ухудшается из-за сегрегации.

$k = 16$:
достигается

наилучшее качество смеси (наименьший минимум σ). Однако требуется продолжать процесс после окончания загрузки.

$k = 24$: минимум σ достигается раньше ($i \approx 10$), но после завершения загрузки качество сразу ухудшается; процесс следует останавливать сразу.

Вывод. «Размазывание» подачи ключевого компонента во времени позволяет улучшить качество смеси, но требует выбора оптимального k^* . Для данного смесителя наилучшее качество достигается при $k^* = 16^*$ с остановкой после 18–20 переходов. Режим $k^* = 24^*$ не рекомендуется, так как не даёт выигрыша в качестве.

Библиографический список

1. Баранцева Е.А., Мизонов В.Е. Введение в теорию цепей Маркова и ее инженерные приложения: Учеб. пособие / ИГЭУ им. В.И. Ленина. Иваново, 2010. — 80 с.

СЕКЦИЯ 29
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И WEB-ДИЗАЙН

Председатель –
к.т.н., доцент **Егорычева Е.В.**

Секретарь –
к.п.н., доцент **Сидоров А.А.**

*Б.М. Аксенов, студ.; рук. Е.В Егорычева, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РЕАЛИЗАЦИЯ КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ ВЕБ-САЙТА НА ОСНОВЕ СТАТИЧЕСКОГО МАКЕТА ИЗ FIGMA

В современной веб-разработке распространён подход «дизайн сначала»: макет создаётся в Figma, затем передаётся разработчику для вёрстки. При этом точность соответствия кода макету определяет качество интерфейса. В данной работе выполнена разработка клиентской части веб-сайта (лендинг) по статическому макету Figma с использованием HTML5 и CSS3. На рис. 1 показан вид макета



Рис. 1. Макет Figma десктопный

В результате разработан статический веб-сайт, визуально неотличимый от макета, корректно отображающийся на экранах от 320 до 1920 пикселей. Таким образом, владение HTML и CSS на среднем уровне достаточно для точной реализации интерфейса по макету Figma; перспектива — добавление динамики на JavaScript.

Библиографический список

1. Агеева П. С. Ребрендинг сайта с использованием графического редактора Figma // Шаг в науку. — 2024. — № 4. — Режим доступа: <https://scinetnetwork.ru>.

*Н.С. Бабошин, студ.; рук. Е.В. Егорычева, к.т.н., доц.
(ИГЭУ Иваново)*

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ПРОТОТИПА ГЛАВНОЙ СТРАНИЦЫ WEB-САЙТА

Анимации в web-дизайне – одна из основ современного web-дизайна. Анимация используются не только для того, чтобы радовать глаз. Она может быть использована для привлечения внимания к важным элементам на странице, таким как кнопки призыва к действию, специальные предложения или важная информация, так как интерактивные элементы, такие как кнопки, вовлекают пользователей и мотивируют их на активное взаимодействие с контентом. Но важно отметить, что интерактивность должна быть функциональной и полезной, а не просто развлекательной. Часто к анимационным элементам прибегают косметические бренды на своих web-сайтах, характерной чертой которых является активное использование анимации для плавного появления товаров.

В данной работе я провел исследование анимаций и их параметров. В программе Figma есть много видов анимаций: от обычных переходов до интересных и сложных в реализации переходов. В своей работе я использовал умную анимацию (smart animate), чтобы анимация началась быстро и замедлялась к концу (ease out). При нажатии на кнопку пролистывания вправо/влево товар плавно переходит справа/слева на центральную позицию. Также я сделал анимацию для текстов, заголовков и плашек. Благодаря умной анимации (smart animate), я просто передвигал эти элементы, Figma сама дорисовала эту анимацию. Итоговый прототип показан на рисунке 1.

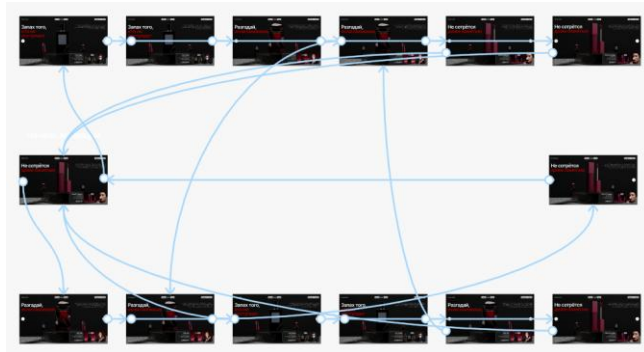


Рисунок 1 - Интерактивный прототип главной страницы web-сайта

*В.Н.Бадьева, студ.; рук. Е.В.Егорычева, к.т.н.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

СОЗДАНИЕ ДИЗАЙНА САЙТА ДЛЯ ЮВЕЛИРНОГО МАГАЗИНА

В настоящее время разработка сайтов требует не только технической реализации, но и глубокого анализа целевой аудитории. Целью данной работы являлась разработка концепта сайта для ювелирного бренда «Psychea Jewelry» с учётом потребностей локальной аудитории города Твери. В ходе работы был проведен анализ целевой аудитории, в рамках которого были выделены два основных сегмента: женщины 28-58 лет с доходом от 50 тысяч рублей, осознанно подходящих к выбору аксессуаров; и мужчины в возрасте 30-60 лет с доходом от 70 тысяч рублей, ищущие оригинальные подарки для близких. На основе анализа сформулировано ценностное предложение бренда.

Разработана структура сайта, включающая главную страницу, каталог украшений с фильтрацией, карточка товара, корзина и каталог по коллекциям. Прописаны ключевые сценарии пользователя: поиск товаров, выбор украшения, оформление заказа, получение.

С помощью нейросетей сгенерированы визуальные материалы: изображения украшений на органичном фоне и на моделях, обложки коллекций, фото мастерской студии. На рисунке 1 изображены связи между страницами прототипа.



Рисунок 1 – Связи между страницами

Результатом работы стал полностью проработанный прототип сайта, включающий архитектуру, функционал, готовый для передачи в техническую разработку.

*А.В. Волков, студ.; рук. Е. В. Егорычева, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ТУРАГЕНТСТВА В ГРАФИЧЕСКОМ РЕДАКТОРЕ FIGMA

Графический редактор Figma предоставляет широкий спектр возможностей для работы с графическими изображениями, с векторной и растровой графикой. Основным преимуществом является возможность группировки элементов и их выравнивание относительно содержимого фрейма.

В данной работе было проведено исследование различных инструментов среды проектирования Figma и их применения для разработки интерфейса мобильного приложения турагентства на основе заданных требований и пользовательских сценариев (рис. 1). Особое внимание было уделено обеспечению удобства навигации, визуальной согласованности и соответствию современным требованиям пользовательского опыта. Проектирование пользовательского интерфейса может быть выполнено с использованием компонентов, фреймов и прототипирования, объединённых в единую дизайн-систему.

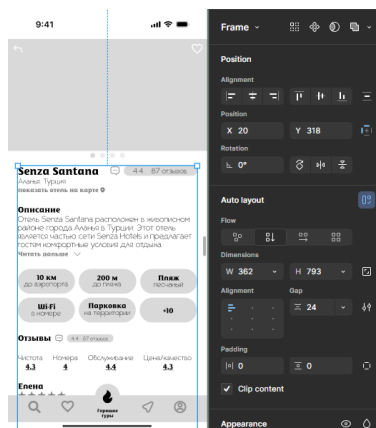


Рис. 1 Проектирование при помощи «Auto layout»

Таким образом, в результате проведённого исследования установлено, что использование инструментов Figma позволяет эффективно решать задачи проектирования интерфейсов мобильных приложений, обеспечивая гибкость, масштабируемость и удобство последующего редактирования. Наиболее рациональным является комплексный подход, сочетающий применение Auto Layout, компонентов и прототипирования, что способствует повышению качества пользовательского интерфейса и сокращению времени разработки.

**Ю.М. Голубева, студ.; рук. Е.В. Егорычева, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)**

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА ВЕБ-РЕСУРСА ДЛЯ ЮВЕЛИРНОГО МАГАЗИНА

В настоящее время разработка веб-сайтов является важным направлением в области информационных технологий и цифрового проектирования, поскольку современные веб-ресурсы выполняют не только представительскую, но и информационно-коммуникационную функцию. Особенно актуальным является создание многостраничных сайтов для коммерческих организаций, так как подобная структура позволяет систематизировать контент, обеспечить удобную навигацию и повысить эффективность взаимодействия пользователя с ресурсом.

В данной работе было выполнено проектирование и разработка многостраничного веб-сайта для ювелирного бренда на основе собственного проектного решения. В процессе работы были определены структура сайта, состав основных разделов, принципы пользовательского взаимодействия и особенности визуального оформления. Особое внимание было уделено формированию уникального дизайна, отражающего стилистику бренда, а также обеспечению удобства использования сайта за счет логически выстроенной навигации и функционально организованного интерфейса. Разработанный веб-ресурс включает несколько взаимосвязанных страниц, предназначенных для представления ассортимента продукции, размещения информационных материалов о бренде и организации обратной связи с пользователем. Применение многостраничной архитектуры позволило рационально распределить информационное наполнение сайта и повысить качество восприятия представленного материала.

Таким образом, разработка многостраничного веб-сайта для ювелирного бренда с индивидуальным дизайном и продуманной функциональной структурой представляет собой эффективное решение задачи цифрового представления продукции, способствует формированию целостного образа бренда и повышает удобство взаимодействия пользователей с веб-ресурсом.

Библиографический список

1. **Новожилова, С.А., Егорычева, Е.В.** Информационное обеспечение в современных технологиях обучения графическим дисциплинам / Геометрия и графика: Журнал. — Москва: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М». 2014. №3.— т.1, ч.1. С.33 – 35.

*К.Е. Городищев маг.; А.В. Захаров маг.;
рук. О.Л. Симченко. к.э.н., доц. (ИжГТУ, г.Ижевск)*

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕПЛОТРАССЫ

С 5-го марта 2021г. согласно постановлению правительства РФ №331 при производстве проектной документации объекта, в финансирование которого будут привлечены бюджетные средства, необходимо формирование и ведение информационной модели объекта[1]. В связи с тем, что это может нести за собой дополнительные расходы, целью данной работы становится определение экономической выгоды от использования информационной цифровой модели местности (ИЦММ) при вычислении объемов земляных работ линейных объектов.

Чтобы достичь поставленную цель необходимо решить следующие задачи: – Определиться с тем, что из себя представляет ИЦММ;

– Выявить возможные расходы на формирование проекта с использованием цифровой модели;

– Провести оценку экономической эффективности [1].

Цифровая модель местности представляет собой математическое выражение рельефа и состоит из облака точек, имеющих свои координаты в пространстве по трем ординатам. Основным методом сбора данных для построения модели является наземная геодезическая съемка, но благодаря развитию технологий открываются возможности создания при помощи аэросъемки, спутниковой фотограмметрии, а также лазерного сканирования[2]. И при использовании САПР возможно определить объемы работ затрачивая время только на настройку самой модели и проекта, а расчет будет выполнен автоматически.

Библиографический список

1. **Грахов В. П.** Разработка инновационной модели финансирования инвестиционных проектов в строительстве за счет средств частных инвесторов / В. П. Грахов, Р. Н. Габидуллин // Жилищные стратегии. – 2023. – Т. 10, № 1. – С. 11-32.
2. . **Huaxing, LU.** (2008): Modeling Terrain Complexity. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography Advances in Digital Terrain Analysis, 159-176.

*М.В. Грудкин, студ.; рук. М.А.Кулагина, к.ф.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ЛИНГВОСТРАНОВЕДЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ТВОРЧЕСТВА БРИТАНСКОЙ МЕТАЛ-ГРУППЫ SKINDRED

В современном лингвострановедении всё большее значение приобретает анализ не только классических литературных текстов, но и актуальных феноменов массовой культуры, в частности — музыки. Творчество британской группы Skindred (жанр «рагга-метал») представляет собой уникальный материал для исследования, поскольку в нём пересекаются несколько культурных кодов: валлийская региональная идентичность, наследие поколения Windrush (карибская диаспора в Великобритании) и современная мультикультурная среда.

В ходе работы был проведён лингвострановедческий анализ текстов песен, названия группы и сопутствующих культурных артефактов (например, совместной футбольной формы с клубом Newport County, выпущенной в 2025 г.). Исследование показало, что Skindred сознательно используют языковую игру (название образовано от kindred — «родственный» — и dreadlocks), региональный сленг (например, «Newport Helicopter» как обозначение локального слэм-движения) и социополитическую лексику, отражающую проблемы расового единства и классового неравенства.

На рис. 1 представлена схема основных культурно-языковых уровней, репрезентируемых группой: от валлийской топонимики до карибского патуа в вокальных партиях фронтмена Бенжи Уэббэ.



Рис. 1. Компоненты лингвострановедческого анализа творчества Skindred

Таким образом, материал группы Skindred позволяет не только проиллюстрировать феномен мультикультурной Британии, но и выявить конкретные языковые маркеры региональной, этнической и социальной идентичности. В отличие от традиционно рассматриваемых в лингвострановедении исполнителей (The Beatles, Iron Maiden), Skindred дают возможность исследовать гибридные формы современной британской культуры через синтез жанров, сленга и визуальных практик. Рекомендуется использовать их творчество в курсах по лингвострановедению как кейс для изучения постколониального дискурса и языкового разнообразия Великобритании.

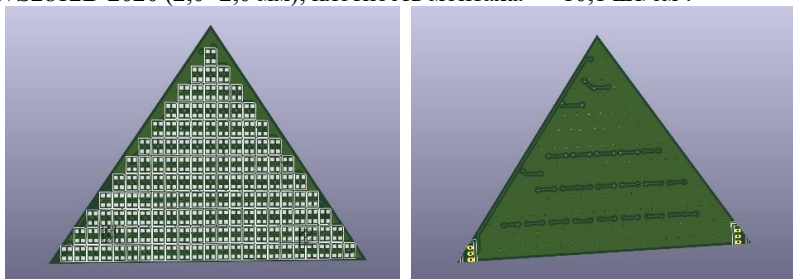
Библиографический список

1. Skindred. Википедия — свободная энциклопедия. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Skindred> (дата обращения: 16.04.2026).

*Г.Д. Каряев, студ.; рук. А.А. Бойков, к.т.н.
(РТУ МИРЭА, ООО «ДС-Софт», г. Москва)*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ СВЕТОДИОДНОЙ ПЛАТЫ ДЛЯ СФЕРИЧЕСКОГО ЭКРАНА

Актуальность. В рамках создания отечественного сферического экрана на основе полигональной аппроксимации сферы [1] выполнен переход от геометрической модели [2] к физической реализации одного типового элемента. **Цель работы.** Разработка и исследование печатной платы в форме равнобедренного треугольника — одного из типов граней, получаемых при разбиении икосаэдра. **Результаты.** В системе KiCAD спроектирована двухслойная печатная плата с параметрами: основание — 63 мм, боковые стороны — 55 мм, площадь — 14,2 см²; 144 светодиода WS2812B-2020 (2,0×2,0 мм); плотность монтажа — 10,1 шт/см².



Ключевой результат. Получена реальная оценка плотности распределения пикселей, что позволяет:

- оценить энергопотребление, тепловую мощность и т.д.;
- рассчитать разрешение полного сферического экрана;
- определить требования к производительности контроллера;
- перейти к проектированию системы управления и глобальной схемы адресации пикселей для всей сферической поверхности.

Библиографический список:

1. Бойков, А. А. Анализ методов геометрической аппроксимации применительно к созданию сферического экрана / А. А. Бойков, В. А. Бяко, А. С. Филлок // Надежность и долговечность машин и механизмов. – Иваново : ИПСА ГПС МЧС России, 2026. – (в печати).
2. Филлок, А.С. Об автоматизации построения полигональных аппроксимаций сферы для САПР с использованием «Blender-3D» // Энергия-2026. – Иваново: ИГЭУ, 2026. – В наст. сб.

*С.Д. Критский, студент;
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель (ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕГО СИМУЛЯТОРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ CUDA С ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ РАБОТЫ ПОТОКОВ И БЛОКОВ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Технология CUDA позволяет эффективно использовать вычислительные возможности графических процессоров за счёт параллельного выполнения большого числа потоков. Однако изучение её архитектуры вызывает трудности у начинающих разработчиков, так как взаимодействие потоков, блоков и памяти GPU часто остается сложным для понимания на теоретическом уровне. Для более наглядного освоения принципов работы CUDA целесообразно использовать обучающий симулятор с визуализацией внутренних процессов в реальном времени. В данной работе рассматривается разработка симулятора, позволяющего демонстрировать распределение потоков по блокам, выполнение инструкций и особенности параллельных вычислений.

1. Анализ архитектуры CUDA и выделение основных компонентов, необходимых для учебного моделирования: потоков, блоков, сетки и памяти.
2. Разработка программной логики симулятора, обеспечивающей имитацию выполнения CUDA-программ и отображение поведения потоков в процессе вычислений.
3. Создание системы визуализации в реальном времени, позволяющей наглядно наблюдать распределение задач между потоками и блоками.
4. Оценка учебной эффективности симулятора при использовании для изучения принципов параллельных вычислений и архитектуры GPU.

Разрабатываемый симулятор позволит сделать изучение архитектуры CUDA более наглядным и понятным. Визуализация работы потоков и блоков в реальном времени поможет лучше понять принципы параллельного выполнения программ на GPU.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения симулятора в учебном процессе для подготовки студентов и начинающих разработчиков в области параллельных вычислений.

Библиографический список

1. <https://www.nvidia.com/pl-pl>

*С.Д. Критский, студент;
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель (ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА УДОБНОГО ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА CUDA БЕЗ ЛОКАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ СРЕДЫ

Технология CUDA широко используется для решения задач, требующих высокой вычислительной производительности. Однако для начала работы с ней пользователю обычно необходимо устанавливать специализированное программное обеспечение, настраивать драйверы, библиотеки и среду разработки, что может вызывать трудности, особенно у начинающих пользователей. Одним из решений данной проблемы является создание веб-интерфейса, который позволит писать, запускать и тестировать CUDA-программы без локальной установки среды. В данной работе рассматривается разработка удобного веб-интерфейса для программирования на CUDA, обеспечивающего доступ к основным функциям среды разработки через браузер.

1. Разработка структуры веб-приложения, включающей интерфейс для написания, редактирования и запуска CUDA-кода.
2. Реализация серверной части, обеспечивающей компиляцию и выполнение программ на удалённой системе с поддержкой CUDA.
3. Создание удобного пользовательского интерфейса, позволяющего загружать файлы, просматривать результаты выполнения программы и сообщения об ошибках.

Разрабатываемая система позволяет упростить доступ к программированию на CUDA и снизить требования к пользовательскому оборудованию. Использование веб-интерфейса делает процесс разработки более доступным, так как пользователю не требуется самостоятельно устанавливать и настраивать специализированную среду.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения такого решения в учебном процессе, при дистанционном обучении и для быстрого ознакомления с технологией CUDA. Разработанный веб-интерфейс может стать удобным инструментом для начинающих пользователей и основой для дальнейшего развития облачных средств программирования.

Библиографический список

1. <https://www.nvidia.com/pl-pl>

*И.А. Крымжалов, студ.; рук. Е.В.Егорычева, к.т.н.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА МНОГОСТРАНИЧНОГО САЙТА ДЛЯ СЕРВИСА ДОСТАВКИ ЕДЫ

В рамках данной работы была выполнена разработка дизайна многостраничного веб-сайта сервиса доставки еды. Основной целью проекта являлось создание удобного, интуитивно понятного и визуально привлекательного интерфейса, ориентированного на быстрый выбор и заказ продукции.

Проведён анализ существующих решений конкурентов. Рассмотрены сайты сервисов доставки, что позволило выявить как удачные, так и неэффективные решения пользовательского интерфейса. К положительным аспектам отнесены: простота навигации, использование крупных изображений блюд, визуализация ингредиентов, реализация всплывающих окон и возможности гибкой настройки состава блюда. К недостаткам - перегруженность карточек товаров лишней информацией, слишком крупные карточки, затрудняющие восприятие, однообразие визуального представления различных блюд. Указанные недостатки решено не использовать в разрабатываемом решении.

Определена целевая аудитория проекта. Выделены основные сегменты пользователей: занятые работающие люди, студенты и компании друзей, а также семьи. Для каждого сегмента сформированы пользовательские сценарии, отражающие ключевые потребности: быстрое оформление заказа, удобство выбора, возможность совместного заказа и предсказуемость результата.

Разработана структура сайта: спроектирована логическая архитектура, включающая основные страницы (главная с каталогом, корзина, страница «О нас») и всплывающие окна для просмотра и настройки товара. Особое внимание уделено минимизации количества шагов до оформления заказа.

Создан дизайн низкодетализированного прототипа для определения расположения ключевых элементов интерфейса и пользовательских потоков, затем - дизайн высокодетализированного прототип с проработанным визуальным стилем и анимациями, обеспечивающими улучшенный пользовательский опыт и обратную связь при взаимодействии с интерфейсом.

В результате сформирована концепция веб-сайта, сочетающая удобство использования, визуальную привлекательность и ориентацию на потребности целевой аудитории.

*И.А. Малафеева, студ.; (ННГУ, г. Нижний Новгород)
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОГРАФИКИ В ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СЦЕНАРНОГО АЛГОРИТМА

Видеоигры в качестве интерпретации литературных произведений стали появляться относительно недавно, в начале XXI века. Это связано, в первую очередь, с ограничением технических возможностей на заре появления видеоигр.

Цель научной работы:

– изучение пластики сложносочиненных персонажей компьютерных игр на примере «Приключения Пиноккио» Карло Коллоди и сказок Льюиса Кэрролла «Приключение Алисы в Стране чудес» и «Алиса в Зазеркалье»;

– изучение возможностей программного обеспечения для смысловое наполнения игрового продукта и превращения его в новый вид медиа. [1]. (рис. 1).

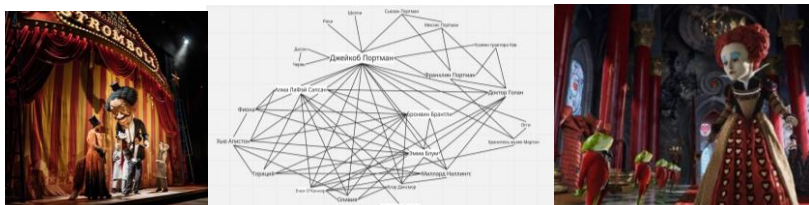


Рис. 1. Пример использования инфографики в сценарном алгоритме

В рамках исследования и подробного анализа сюжетов «Приключения Пиноккио», «Алиса в стране чудес» и «Алиса в зазеркалье» выявлены системные алгоритмы, позволяющие их использование в создании видеоигр. Видеоигры стали обретать смысловое наполнение и превращаться в новый вид медиа.

Библиографический список

1. Волкова М.Ю. Использование комплексного ресурсного обеспечения при обучении моделированию в учебном процессе //Юбилейная Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства - основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №15), посвященная 70-летию университета // 16-17 июня 2023 года на базе Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова.: Секция 2. Образование XXI века, Караганда, июнь 2023 г. С. 228.

Н.В. Муравьев, студ.; рук. М.Ю. Волкова, к. т.н., доц.

(ИГЭУ, г. Иваново)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИКЛАДНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В FIGMA

Figma - это кросс-платформенный графический онлайн-редактор для дизайнеров интерфейсов и веб-разработчиков.

Целью работы стало исследование возможностей Figma в создании интуитивно-удобного интерфейса сайта по продаже рюкзаков "РюкзакТренд" (навигация по сайту, фильтры товаров, шапка сайта). Разработан дизайн для 5 страничек (главная, каталог, карточка товара, ошибка, регистрация/вход) (рис. 1):

- сбор информации по существующим вариантам персонажей компьютерных игр;
- анализ создания образа в 3D анимации;
- отрисовка в графическом 3D редакторе;

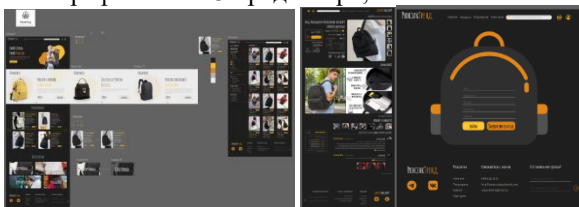


Рис. 1. Пример создания дизайна сайта по продаже рюкзаков "РюкзакТренд".

В рамках исследований изучены способы позволяющие заинтересовать покупателя и привлечь его внимание к товарам; создан удобной и интуитивный интерфейс.

Изучены возможности программы Figma. В отличие от классических программ, Figma работает прямо в браузере, позволяя проектировать сайты, мобильные приложения и элементы интерфейса в режиме реального времени. Это инструмент, который объединил в себе графический редактор, сервис для прототипирования и платформу для совместной работы всей команды.

Библиографический список

1. Волкова М.Ю. Использование комплексного ресурсного обеспечения при обучении моделированию в учебном процессе // Юбилейная Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства - основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №15), посвященная 70-летию уни-верситета // 16-17 июня 2023 года на базе Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова.: Секция 2. Образование XXI века, Караганда, июнь 2023 г. С. 228.

*А.Д. Николаев, студ.; рук. Е.В Егорычева, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТОТИПА МНОГОСТРАНИЧНОГО ВЕБ-САЙТА ДЛЯ ПРОДАЖИ УСЛУГ ДОГСИТТЕРОВ

В настоящее время активно развиваются веб-технологии, позволяющие создавать удобные онлайн-сервисы для взаимодействия пользователей и исполнителей услуг. Особую актуальность приобретают платформы, направленные на подбор специалистов по уходу за домашними животными, во время отсутствия их владельцев.

В данной работе было проведено исследование особенностей разработки многостраничного веб-сайта для подбора догситтеров. Были рассмотрены существующие сервисы в данной области, проанализированы их функциональные возможности и пользовательские интерфейсы. Установлено, что современные решения предоставляют базовые функции поиска исполнителей и оформления услуг. В процессе проектирования разрабатываемого сайта были учтены выявленные особенности и предложен набор функциональных решений, включающий выбор параметров услуги, просмотр анкет догситтеров с подробной информацией и использование интерактивной карты для выбора ближайшего исполнителя. Итогом работы стал прототип, показанный на рисунке 1.

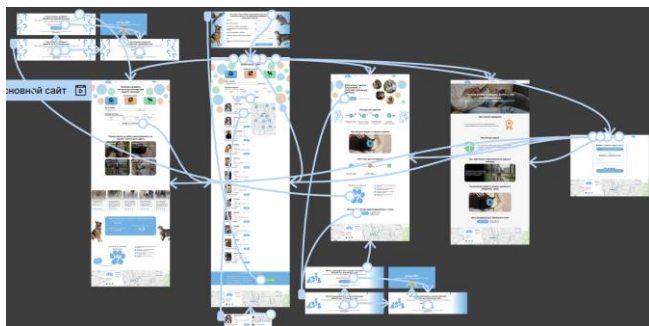


Рисунок 1 – Высокодетализированный прототип

Таким образом, разработка многостраничного веб-сайта для подбора догситтеров позволяет повысить удобство поиска и выбора исполнителей, обеспечить прозрачность предоставляемых услуг и улучшить пользовательский опыт за счёт комплексного подхода к проектированию функционала и интерфейса.

*Л.Ю. Петухова, студ.; рук. Е.В Егорычева, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОНЛАЙН- ОБУЧЕНИЯ

В настоящее время мобильные приложения для онлайн-обучения являются востребованным инструментом получения знаний и повышения квалификации. Рост популярности дистанционного образования обусловлен доступностью образовательных ресурсов, гибкостью обучения и возможностью самостоятельного планирования учебного процесса.

В работе проведён анализ существующих аналогов. Рассмотрены популярные решения, предлагающие курсы различных направлений. Анализ показал, что большинство приложений обладают схожим базовым функционалом: регистрация, каталог, оплата, отслеживание прогресса. Выявлены недостатки: перегруженный интерфейс, сложная навигация, недостаточная персонализация контента. На основе проведённого анализа были сформулированы требования к разрабатываемому приложению. В частности, было принято решение реализовать:

- простую и понятную систему регистрации и авторизации;
- структурированный каталог курсов с фильтрацией и поиском;
- карточки курсов с подробным описанием;
- возможность бесплатного и платного обучения;
- систему отслеживания прогресса пользователя;
- получение сертификата по завершении курса.

Особое внимание было уделено разработке пользовательского интерфейса. Дизайн приложения ориентирован на минимализм и удобство восприятия информации (рис.1). Основные элементы интерфейса расположены таким образом, чтобы пользователь мог быстро выполнять целевые действия. Используются визуальные элементы, обеспечивающие наглядность и удобство взаимодействия.

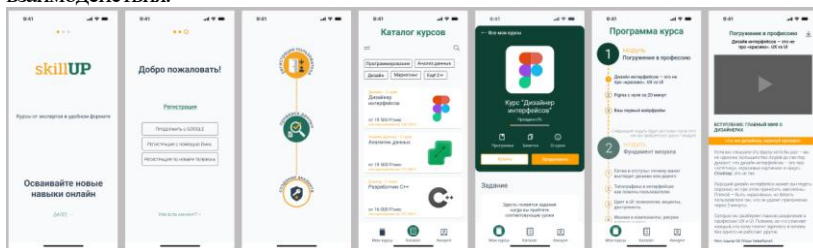


Рисунок 1- Ключевые экраны прототипа мобильного приложения

Таким образом, на основе анализа аналогов и целевой аудитории был разработан прототип мобильного приложения для онлайн-обучения, который учитывает потребности пользователей и обеспечивает удобный и эффективный процесс получения знаний.

*Погодин В. А., студ.; рук. Осадчий Д.Ю.,
к.х.н., доцент (ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРИМЕНЕНИЕ ОПЕРАЦИИ «ЭЛЕМЕНТ ПО ТРАЕКТОРИИ» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ СТАНЦИЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Проектировка элементов атомных электростанций предполагает работу с большим количеством поверхностей вращения. В целях экономии времени и ресурсов, целесообразно использование в данном случае операции «элемент по траектории» в семействе систем автоматизированного проектирования (САПР).

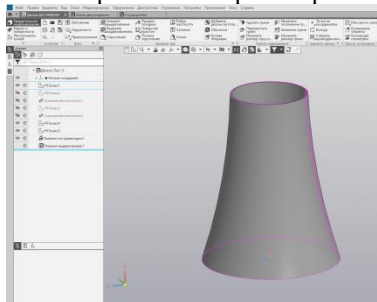


Рис.1 3D модель градири

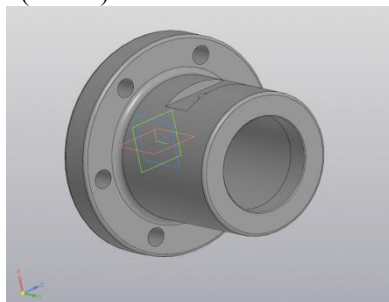


Рис.2 3D модель ступицы

Для выполнения данной операции необходимо создать замкнутый контур будущей модели и траекторию, по которой этот контур будет выдавлен. Далее выбрать команду ЭЛЕМЕНТ ПО ТРАЕКТОРИИ, таким образом мы получаем модель которую в последствии можем редактировать по мере необходимости. (Рис. 1,2) Данный метод позволяет получать детали с постоянным сечением фактически любой формы так же, например, можно получать тела вращения, как показано на примере.

Библиографический список

1. **Волкова М. Ю.** Компьютерная 2D и 3D графика: Учеб. Пособие для инженерно-физического факультета / ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина». — Иваново, 2020. — 160 с.
2. **Большаков В. П.** Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D. Практикум. — Спб.: БХВ-Петербург, 2010 — 496 с.

А.А.Романова, студ.; рук. Е.В. Егорычева, к.т.н., доц.

(ИГЭУ, г. Иваново)

АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙНА ИНТЕРНЕТ-ПРИЛОЖЕНИЯ

В современном цифровом пространстве интернет-приложения одной из основных форм взаимодействия пользователей со сложными сервисами: онлайн-магазины, CRM-системы, образовательные платформы и др. В отличие от классических веб-сайтов, интернет-приложения требуют не только информационной доступности, но и высокой интерактивности, скорости отклика и удобства выполнения сценариев с большим объёмом данных.

Для разработки конкурентоспособного приложения был проведён анализ популярных систем в данной нише (аналоги по функциональному назначению). Изучены их сильные и слабые стороны с точки зрения UX/UI-дизайна. Анализ показал, что актуальными являются следующие требования: адаптивный интерфейс, работающий на любых экранах (от смартфона до настольного монитора), панель управления с визуализацией ключевых метрик, система фильтрации и поиска по данным, поддержка нескольких ролей пользователей, возможность работы в офлайн-режиме с синхронизацией при восстановлении соединения, а также интеграция с внешними API для обмена данными.

На основе выявленных требований была продумана архитектура приложения, которая представляет собой схему экранов (страниц) и логику навигации между ними. Схема позволила структурировать информацию о необходимых интерфейсных модулях, их содержанием и связях. Также для ключевых сценариев использования были составлены детальные пользовательские сценарии и построены интерактивные прототипы.

В ходе данной работы был создан полноценный интерактивный дизайн интернет-приложения. Результаты будут использованы при последующей разработке фронтенд-части и тестировании пользовательского опыта.

Библиографический список

1. Егорычева Е.В., Тюрина С.Ю., Сидоров А.А., Орлова Е.В. Инновационные образовательные технологии в техническом вузе / Современные наукоемкие технологии. 2021. № 6-2. С. 312-316.

А.А. Севастьянов студ.; рук. А.А. Сидоров, к.пед.н., доцент. (ИГЭУ, г. Иваново)

ВИЗУАЛЬНАЯ ИЕРАРХИЯ В UI СЕРВИСА ДОСТАВКИ ЕДЫ

Визуальная иерархия служит для управления вниманием пользователя. На главной странице сервиса доставки еды человек должен быстро понять, что это за продукт, почему ему можно доверять и какое действие является основным. Пользователь не читает страницу последовательно: сначала взгляд цепляется за наиболее крупные, контрастные и визуально собранные элементы, а затем переходит к деталям [1].

Основу визуальной иерархии в интерфейсе составляют размер, цвет, контраст и группировка элементов. Самым крупным текстовым элементом в рассматриваемом интерфейсе является заголовок в hero-блоке, поскольку именно он объясняет пользователю, куда он попал и в чем состоит основное предложение сервиса. Крупный заголовок задает смысл страницы, после чего внимание переходит к кнопкам действия и карточкам товаров.

Второй важный инструмент - цвет. Для основного действия использован теплый акцентный цвет, который помогает быстрее выделить главную кнопку и важные маркеры интерфейса. Контраст отделяет текстовые и интерактивные элементы от фона, повышает читаемость и делает сценарий взаимодействия более очевидным [2].

Еще один принцип - группировка элементов. Разделение страницы на крупные смысловые блоки - hero, хиты продаж, акции, шаги заказа, отзывы и блок с преимуществами доставки - помогает воспринимать интерфейс как последовательность понятных разделов. Повторяющийся карточный ритм, одинаковые отступы и визуально отделенные секции создают ощущение порядка и делают интерфейс предсказуемым.

Таким образом, визуальная иерархия в UI выступает не только эстетическим, но и функциональным инструментом. Она помогает пользователю быстрее ориентироваться на странице и повышает вероятность того, что ключевое действие будет замечено и выполнено.

Библиографический список

1. Круг С. Как сделать сайт удобным. Юзабилити по методу Стива Круга. Санкт-Петербург: Питер, 2010. 208 с.
2. Тидвелл Д., Брюэр Ч., Валенсия Э. Разработка интерфейсов. Паттерны проектирования. 3-е изд. Санкт-Петербург: Питер, 2025. 560 с.

*Р.А. Сизов, студ.; рук. Е.В. Егорычева, к.т.н.,
доц. (ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ФИТНЕС-КЛУБА

В рамках данной работы была выполнена разработка дизайна мобильного приложения FitPulse, предназначенного для фитнес-трекинга, программ тренировок, а также для удовлетворения всех выделенных по- требностей целевой аудитории. Основной целью проекта являлось со- здание удобного, интуитивно понятного и визуально привлекательного интерфейса, ориентированного на быстрый доступ к тренировкам, от- слеживание прогресса и формирование здоровых привычек.

Проведён анализ существующих решений конкурентов. Рассмотрены приложения WorldClass, Xfit и Fitnesson, что позволило выявить как удачные, так и неэффективные решения пользовательского интерфейса. К положительным аспектам отнесены: изначальный прогресс и предпочтения, поиск ближайшего клуба по геопозиции, функция «кошелька» личного кабинета, трекер тренировок, а также подробная информация о тренере. К недостаткам – малое количество необходимой для целевой аудитории информации, цветовые решения и неудобная форма оплаты. Указанные недостатки решено не использовать в разработке элементов решений.

Определены основные сегменты целевой аудитории проекта. Исходя из выделенных сегментов целевой аудитории был выделен основной сценарий, отражающий целенаправленное действие пользователя: «за- писать на тренировку».

Разработана структура приложения: спроектирована логическая архитектура, включающая пять основных экранов. Основным принципом разработки прототипа – сокращение пользовательских «шагов» до за- писи на тренировку, что обеспечивает максимально простое удовлетво- рение клиентской потребности приложения.

Создан дизайн низкодетализированного прототипа для определения расположения ключевых элементов интерфейса и пользовательских потоков, затем – дизайн высокодетализированного прототипа с проработанным визуальным стилем, анимации, обеспечивающие улучшенный пользовательский опыт и вовлечённость при взаимодействии с интерфейсом для дальнейшего использования приложения.

В результате сформирована концепция мобильного приложения FitPulse, сочетающая удобство использования, визуальную мотивацию и ориентацию на реальные потребности целевой аудитории.

*С.А. Смирнова, студ.; рук. Е.В Егорычева, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА САЙТА ДЛЯ ПЕТ-ОТЕЛЯ «ЛЮБИМЧИКИ»

В настоящее время веб-дизайн является важным инструментом продвижения услуг и формирования доверия со стороны пользователей. Особенно актуально это для сферы ухода за животными, где владельцам важно быть уверенными в безопасности и комфорте своих питомцев.

Целью данной работы является разработка дизайна многостраничного сайта для пет-отеля «Любимчики», предоставляющего услуги временного проживания для кошек и собак в комфортных и безопасных условиях. Сайт ориентирован на привлечение новых клиентов и повышение доверия владельцев за счёт удобного доступа к информации и простоты бронирования. Целевая аудитория включает пользователей 18–35 лет с различным уровнем дохода, в том числе молодых специалистов, студентов и людей с ситуативной потребностью в размещении питомца. В рамках проекта разработана структура сайта, включающая главную страницу и каталог номеров с фильтрацией по типу животного и размеру, а также блоки с фотографиями гостиницы, преимуществами, отзывами и примерами гостей. Дизайн выполнен в лаконичном стиле с акцентом на удобство навигации, визуальную ясность и создание ассоциаций с заботой и безопасностью (рисунок 1).



Рис.1 – Прототип анимаций

Таким образом, был создан прототип сайта, соответствующий современным требованиям UI/UX [1]. Полученный результат может быть использован как основа для дальнейшей разработки и внедрения веб-продукта.

Библиографический список

1. **Новожилова, С.А., Егорычева, Е.В.** Информационное обеспечение в современных технологиях обучения графическим дисциплинам / Геометрия и графика: Журнал. — Москва: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М». 2014. №3.— т.1, ч.1. С.33 – 35.

*Е.С. Сыров, студ.; рук. Е.В. Егорычева, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ЮЗАБИЛИТИ. АНАЛИЗ И УЛУЧШЕНИЕ КАРТОЧЕК ТОВАРОВ НА МАРКЕТПЛЕЙСАХ

В настоящее время интерфейсы крупных маркетплейсов становятся ключевым фактором принятия решения о покупке. Особенно это касается карточек товара – места, где пользователь получает основную информацию о продукте. Единого стандарта оформления карточек не существует, что делает актуальным их юзабилити-анализ [1].

В работе разработана методика анализа и улучшения карточек товаров. Методика включает в себя: сравнение карточек одного товара у конкурентов, выделение критериев оценки, выявление недостатков, формулирование рекомендаций. На основе полученных результатов тестирования разрабатывается улучшенная карточка товара. Один из многих примеров юзабилити-тестирования представлен на рисунке 1. Апробация проведена на карточке товара «Кофе в зёрнах BUSHIDO Sensei (1 кг)» на маркетплейсе OZON. Конкуренты отобраны, проанализированы с маркетплейса Wildberries.

По итогам анализа исходная карточка на OZON доработана: улучшена структура описания, добавлены недостающие характеристики (степень обжарки, кислотность), скорректировано выделение цены и скидки, изменён блок отзывов.



Рисунок 1 – Доработка карточки товара и структуры сайта с использованием юзабилити-подхода на основе выявленных критериев оценки качества

Таким образом, предложенный подход к анализу и доработке карточки товара на основе юзабилити-критериев позволяет повысить информативность, удобство восприятия и, как следствие, конверсию интернет-магазина [1].

Библиографический список

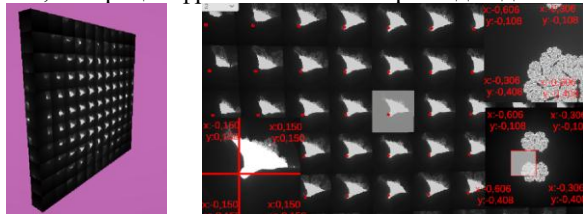
1. **Новожилова, С.А., Егорычева, Е.В.** Информационное обеспечение в современных технологиях обучения графическим дисциплинам / Геометрия и графика: Журнал. — Москва: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М». 2014. №3. – т.1, ч.1. С.33 – 35.

*И.С. Толстых, студ.; рук. А.А. Бойков, к.т.н.
(РТУ МИРЭА, ООО «ДС-Софт», г. Москва)*

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИПЕРФРАКТАЛОВ «ГОРЯЩИЙ КОРАБЛЬ» В СРЕДЕ UNITY3D

Актуальность и цель. Статическое представление сечений гиперфракталов ограничивает анализ связей между множествами Мандельброта и Жюлиа [1]. Цель — разработка интерактивного инструмента в Unity3D для визуализации гиперфракталов «горящий корабль» при целых (2–6) и дробных (2.5, 3.5, 4.5, 5.5) степенях.

Архитектура. Инструмент включает: (1) модуль генерации фракталов по формуле $F(Z)=|Z^m+C$; (2) шейдерный модуль на HLSL для GPU-вычислений; (3) 3D-таблицу кубов, на гранях которых процедурно отображаются фракталы; (4) интерактивный интерфейс. Шейдер генерирует изображения в реальном времени. Для предпросмотра и сохранения используются фиксированные RenderTexture (2048×2048). Стабильные 60 FPS для таблицы 11×11 кубов. **Функциональность.** Клик по любой точке на миниатюре множества Мандельброта задаёт параметр C . Мгновенно строится множество Жюлиа, визуализируя критерий связности. Возможность сохранения PNG с параметрами в имени файла (степень, C , область), мгновенное перестроение таблицы при смене степени m , демонстрация непрерывного морфинга фрактальных форм. **Применение.** Учебный процесс (фрактальная геометрия), научные исследования, генерация фрактальных паттернов для дизайна.



Выводы. Впервые реализован интерактивный 3D-инструмент для исследования гиперфракталов «горящий корабль» с поддержкой дробных степеней, наглядно демонстрирующий многомерные связи сечений гиперфрактала и готовый к переносу в VR.

Библиографический список:

1. Бойков А.А., Толстых И.С. Расширенное исследование фрактала «горящий корабль» // Журнал технических исследований. 2025. Т. 11, № 3. С. 23–41. EDN OSNJRF.

*Е.К. Ухов, студ.; рук. Е.В. Егорычева, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

СОЗДАНИЕ АНИМИРОВАННОЙ КОМПОЗИЦИИ ПЛАНЕТ

Векторные редакторы (в частности Figma) позволяют создавать не только статические иллюстрации, но и целые анимированные композиции. Они используются в учебных и презентационных проектах [1].

Рассмотрим анимированную композицию планет. Создание космического фона достигается наложением чёрного прямоугольника с шумом (Noise) для генерации звёзд; для имитации туманностей прибегаем к размытию (Layer blur). При моделировании Солнца используется радиальный градиент, эффекты шума (пятна), а также тени (объём и свечение). Планеты создаются как комбинации эллипсов, присутствуют эффекты атмосферы (Drop shadow) и текстурная поверхность (Noise для суши, эллипсы для кратеров, полосы с маскированием). Орбитальное движение реализовано через создание компонентов с несколькими вариантами (Variants), в которых изменяется угол поворота группы «планета + орбита», с последующей циклической смарт-анимацией (Smart Animate, Linear). Для каждой планеты заданы индивидуальные параметры: количество фаз, длительность цикла и угол поворота на фазу. Финальная композиция замаскирована векторным контуром, полученным трассировкой растрового изображения.



Рис. 1. Анимированная композиция планет

Таким образом, анимация планетарной системы собирается из эффектов слоёв, компонентов с вариантами и смарт-анимации. Методы дают циклическое движение с разной скоростью для каждой планеты.

Библиографический список

1. Федотова, В. С. Технология создания анимации в Figma : учебное пособие / В. С. Федотова ; Ленинградский государственный университет имени А. С. Пушкина. — Санкт-Петербург: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2024. — 87 с. — ISBN 978-5-8290-2153-5.

*С.А. Федулов студ.; рук. Е.В. Егорычева, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОНЕНТОВ

Современный цифровой продукт редко остаётся статичным. В Figma новый подход реализован не как простая функция «дублировать и вставить», а как полноценная система, связывающая дизайн, разработку и продуктивное мышление.

В данной работе показано, как проектировать интерфейсы с использованием компонентов в Figma. Кнопки, карточки, поля ввода, иконки – всё, что повторяется в макете больше одного раза, можно превратить в компонент [1]. Компоненты – это переиспользуемые элементы интерфейса. Принцип работы компонента предельно прост: есть главный компонент, или «мастер», и есть его производные, т.н. «инстансы». Внесение изменения в мастер позволяет моментально применить это изменение ко всем дочерним инстансам. Таким образом, можно управлять состоянием одинаковых элементов из одного места. Благодаря этому компоненты ускоряют работу и экономят время: не нужно вносить правки к каждому повторяющемуся объекту, достаточно изменить только главный компонент. Так, например, если поменять цвет кнопки, которая является мастером, цвет изменится у всех дочерних кнопок, находящихся в текущем и даже во внешнем файле.

Современные возможности Figma позволяют еще более эффективно использовать компоненты. Среди них можно выделить следующие инструменты: варианты, которые используются, чтобы показать, например, различные состояния, поведение одной и той же кнопки; свойства компонента, которые позволяют вынести управление контентом на отдельную панель и слоты, благодаря которым можно настраивать контент инстанса независимо от мастера.

Таким образом, компоненты в Figma представляют собой мощный инструмент, позволяющий экономить колоссальное количество времени на внесении правок и тем самым повысить скорость и эффективность процесса разработки интерфейса.

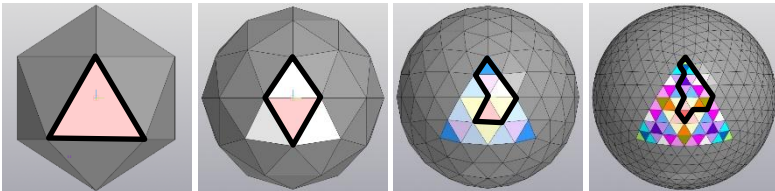
Библиографический список

1. Компоненты в Figma: что это, зачем нужны и как работают [Электронный ресурс] / URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/komponenty-v-figme/> (дата обращения 04.04.26).

А.С. Филлюк, студ.; рук. А.А. Бойков, к.т.н.
(РТУ МИРЭА, ООО «ДС-Софт», г. Москва)

ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ АППРОКСИМАЦИЙ СФЕРЫ ДЛЯ САПР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «BLENDER-3D»

Актуальность и цель. При проектировании сферических экранов необходимо создавать полигональные аппроксимации сферы. Цель работы — автоматизировать построение таких моделей в «Компас-3D» с использованием мешей из Blender-3D. **Постановка задачи.** Рассмотрена аппроксимация на основе деления икосаэдра. Требуется оценить качество получаемых моделей и пригодность для проектирования экрана. **Предлагаемый подход.** 1) Генерация меша в Blender-3D (есть инструменты деления икосаэдра и UV-аппроксимации). 2) Экспорт в STL. 3) Импорт в «Компас-3D». **Результаты.** Получены аппроксимации с 0 по 3 итерации деления икосаэдра (радиус 1 м). Выявлены закономерности: Число треугольников: $K=4^n \times 20$. В каждом блоке – только один равносторонний треугольник. Число уникальных типов граней растёт: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 15$ (закон: из центрального – 2 новых, из осевых – 3, из прочих – 4).



Ключевая проблема. При прямом экспорте из «Blender-3D» в «Компас-3D» через STL нарушается равенство рёбер даже у исходного икосаэдра. Модель становится непригодной для задач проектирования экрана.

Выводы. • Предложенный подход работает, но даёт некачественную геометрию. Требуется дополнительное исследование причин. • Планируется параметрическая генерация моделей программным путём (скрипты «Blender, макросы «Компас-3D» или язык геометрических построений) для полного контроля точности. • Фактическая непригодность аппроксимаций на основе деления икосаэдра для сферических экранов ввиду быстрого роста числа уникальных элементов и сложности адресации пикселей.

Библиографический список:

1. Бойков, А. А. Анализ методов геометрической аппроксимации применительно к созданию сферического экрана / А. А. Бойков, В. А. Бяко, А. С. Филлюк // Надежность и долговечность машин и механизмов. – Иваново : ИПСА ГПС МЧС России, 2026. – (в печати).

*Э.Ф. Ха, Е.В. Егорычева, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДИЗАЙНА ЛЕНДИНГА ЦВЕТОЧНОГО МАГАЗИНА

В настоящее время цифровая коммерция активно развивается, а интернет-магазины становятся неотъемлемой частью бизнеса. Особую роль в привлечении клиентов играет лендинг - сайт, направленный на презентацию товаров и стимулирование продаж. Грамотно спроектированный интерфейс снижает когнитивную нагрузку пользователя, способствует формированию положительного впечатления о бренде и повышает конверсию [1].

В работе проведено исследование инструментов проектирования лендинга для сайта цветочного магазина. Основным средством разработки является Figma - современный облачный сервис для создания пользовательских интерфейсов. Данный инструмент позволяет разрабатывать адаптивные макеты, формировать дизайн-систему и обеспечивать удобное взаимодействие между дизайнером и разработчиком.

Функции Auto Layout и Components обеспечивают гибкость структуры страницы и упрощают редактирование элементов, таких как карточки товаров, кнопки и формы. Использование Variants позволяет создавать интерактивные состояния интерфейса, включая эффекты наведения и нажатия. Благодаря возможностям прототипирования в Figma реализуется визуализация пользовательского сценария и демонстрация логики работы лендинга.

Разработанный лендинг включает ключевые блоки: главный экран с уникальным торговым предложением, каталог цветочных композиций, преимущества компании, информацию о доставке и оплате, отзывы клиентов, форму заказа и контактные данные. Продуманная композиция и эстетическое оформление способствуют созданию эмоционального отклика у пользователей и повышают привлекательность продукции.

Таким образом, выбранное средство реализации позволяет создать эстетически привлекательный и функционально эффективный веб-ресурс для продвижения цветочного магазина.

Библиографический список

1. Купер, А., Рейманн, Р., Кронин, Д., Носсел, К. Об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. - СПб.: Символ-Плюс, 2018. - 720 с. Режим доступа: https://biconsult.ru/img/bi_portal/Alan_Cooper_ob_interfeise.pdf;

*А.С. Швыряева, студ.; рук. А.Ю. Проскуряков, к.т.н., д.э.н.
конс. А.А. Бойков, к.т.н.
(РТУ МИРЭА, ООО «ДС-Софт», г. Москва)*

ИНТЕРАКТИВНАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ ЭКСКУРСИЯ ДЛЯ МУЗЕЯ «АВАНГАРД» (ГАЛЕРЕЯ НА ШАБОЛОВКЕ)

Целью работы является создание интерактивной виртуальной экскурсии для музея «Авангард» (Галерея на Шаболовке, рис. 1), обеспечивающей дистанционное посещение экспозиции из любой точки мира. Ключевая особенность — возможность следования по экскурсионным маршрутам и свободного перемещения с самостоятельным осмотром экспонатов.

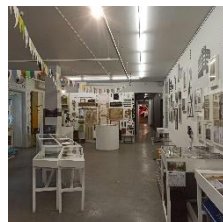


Рис. 1. Зал экспозиции

Выделены следующие задачи:

- Анализ и подготовка данных (сбор информации об экспозиции, изучение архитектуры помещения, создание 3D-модели сцены).
- Проектирование и реализация базы данных (PostgreSQL + PostGIS) для хранения информации об экспонатах, экскурсиях и маршрутах.
- Разработка клиентского приложения (пользовательский интерфейс, два режима навигации, интеграция с БД).
- Оцифровка экспонатов методом фотограмметрии.

Проведён анализ экспозиции и архитектуры помещения музея. Составлен точный чертёж зала в Компас-3D v23; на его основе в Blender создана трёхмерная модель сцены в реальном масштабе (экспорт в .fbx). Спроектирована структура базы данных на PostgreSQL 18 с расширением PostGIS 3.6.2. Местоположение экспонатов задаётся точками в локальной системе координат музея. Управление БД осуществляется через pgAdmin 4 v9.12. Разработано клиентское приложение в среде Unity 3D 6.4. Начата оцифровка экспонатов методом фотограмметрии в 3DF Zephyr Free 8.038 (рис. 2). Из видеозаписей (Музей Авангарда. Каталог экспонатов музея. – URL: <https://koinovo.ru/avantgardmuseum>) извлечены серии фотографий, ведётся обработка для получения полигональных моделей и текстур и оптимизация моделей в Blender. Для отдельных экспонатов осуществляется самостоятельная съёмка и ручное моделирование.



Рис. 2. Модель экспоната

Планируется: Завершить оцифровку всех экспонатов. Реализовать два режима навигации: экскурсионный (перемещение по заданному маршруту) и свободное перемещение. Создать раздел меню с каталогом экспонатов. Провести полное тестирование и оптимизацию производительности приложения. В перспективе — добавить возможность создания пользовательских экскурсий и аудиогид.

*Л.В. Шумкова, студ.; рук. Л.П. Чернышева (ст. преп.),
(ИГЭУ, г. Иваново)*

DIGITAL–ГРАФИКА С ПОМОЩЬЮ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА PROCREATE

Современные цифровые технологии оказывают существенное влияние на развитие художественного творчества и дизайна, предоставляя специалистам инструменты, ранее доступные только при работе с традиционными материалами. Одним из наиболее востребованных приложений для создания цифровой графики является редактор Procreate, разработанный компанией Savage Interactive для операционной системы iPadOS.

Функционал данного программы позволяет решать много профессиональных задач внутри одного приложения: создавать цифровые иллюстрации, картины, комиксы; создавать анимированные GIF-изображения; разрабатывать логотипы, макеты, уникальные шрифты, дизайн текстов и интерфейсов; рисовать в разных техниках живописи: акварель, акрил, масло и другие; редактировать и обрабатывать фотографии с помощью различных инструментов.

Встроенная библиотека инструментов включает огромное количество кистей, текстур и настроек, имитирующих различные техники живописи, а также поддерживает импорт пользовательских материалов из сторонних приложений, в частности Adobe Photoshop, которые позволяют художникам настроить рабочее пространство под свои потребности.

В приложении есть 25 режимов наложения слоёв, расширяющих художественные возможности программы. Приложение поддерживает работу с несколькими слоями, что облегчает процесс создания сложных иллюстраций и обеспечивает полный контроль над всеми деталями и композицией.

Отдельного внимания заслуживает функция покадровой анимации, реализованная в приложении через инструмент Animation Assist. Данный режим позволяет художнику работать с временной шкалой, последовательно создавая отдельные кадры будущей анимации.

Рассмотренные функции программы были использованы мной чтобы создавать графические проекты для приемной комиссии ИГЭУ, а также в целях разработки макетов раздаточного материала по заданию кафедры Программного обеспечения компьютерных систем ИГЭУ на дни открытых дверей и дни профориентации для будущих студентов.

М.П. Шукин, студ.; рук. А.А. Бойков, к.т.н.
(РТУ МИРЭА, ООО «ДС-Софт», г. Москва)

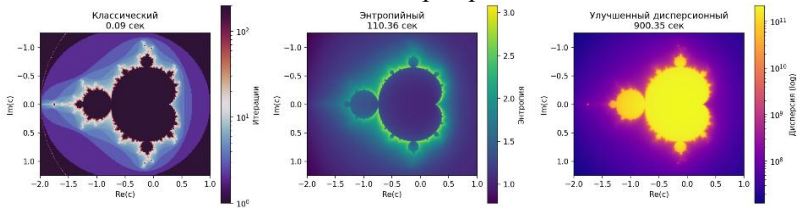
ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ МНОЖЕСТВА МАНДЕЛЬБРОТА

Настоящее исследование естественным образом продолжает [1].

В классическом алгоритме построения множества Мандельброта (итерации $f(z)=z^2+c$ точки делятся на две неравнозначные категории: внешние (покидают круг $|z|\leq 2$, их поведение дифференцируется по числу итераций до выхода) и внутренние (остаются внутри круга, закрашиваются однородно или по искусственным критериям). Это приводит к потере информации о внутренней структуре множества.

Цель работы. Разработать методы построения множества Мандельброта, в которых все точки комплексной плоскости обрабатываются равнозначно, а результат отражает не только факт расхождения, но и более глубокие динамические свойства.

Предложенные методы. Реализованы два подхода: **Энтропийный метод** — для каждой точки c строится множество Жюлиа, вычисляется гистограмма распределения итераций и энтропия Шеннона, характеризующая сложность множества Жюлиа. **Дисперсионный метод** — для каждой точки c строится множество Жюлиа без досрочного выхода (фиксированное число итераций N), вычисляется дисперсия модулей конечных значений $|z_N|$, показывающая разброс поведения точек.



Выводы. • Все три метода дают очень похожие изображения. • Предложенные подходы позволяют дифференцировать внутренние точки по объективным динамическим характеристикам (энтропия или дисперсия), устраняя главный недостаток классического метода. • Основной недостаток — высокая вычислительная сложность. • Практическая значимость: методы извлекают дополнительную информацию о структуре множества, недоступную при классическом подходе.

Библиографический список:

1. Бойков А.А., Шукин М.П. Исследование степенных фракталов Ньютона // Журнал естественнонаучных исследований. – 2025. – Т.10, №4. – С. 87–101. – EDN DHPFH.

Ю. А. Якубовская, асп.; В. В. Карабчевский к.т.н., доц. (ДонНТУ,
г.Донецк)

ГИБРИДНЫЙ АЛГОРИТМ ФИЛЬТРАЦИИ ОБЛАКА ТОЧЕК

В рамках задачи реконструкции трехмерной геометрии объектов по единственному изображению ключевым этапом обработки является построение карты глубины и преобразование его в нормализованное облако точек с последующим построением САД-модели. Эффективная очистка облака точек от шумов и выбросов является обязательным этапом для получения адекватной и точной математической модели.

В силу несовершенства модели оценки глубины, полученное облако P является зашумленной выборкой истинной поверхности S . Наблюдаемые координаты точек можно представить как (1):

$$p_i^{obs} = p_i^{true} + \xi_i + \omega_i, \quad (1)$$

где ξ_i – аддитивный гауссовский шум, а ω_i – импульсный шум.

Предлагается гибридный подход, сочетающий детерминированные математические методы [1] и методы глубокого обучения [2,3]. На первом этапе для удаления крупных выбросов используется алгоритм SOR для удаления импульсного шума ω_i . Для каждой точки p_i вычисляется среднее расстояние до k ближайших соседей μ_i . Распределение $\{\mu_i\}$ аппроксимируется нормальным законом. Точки, попадающие в интервал отсечения (2) удаляются из облака.

$$\mu_i > \bar{\mu} + \alpha \cdot \sigma_\mu, \quad (2)$$

Здесь $\bar{\mu}$ и σ_μ – среднее и стандартное отклонение по всему облаку, α – параметр чувствительности.

На следующем этапе нейронная сеть PointCleanNet выступает в роли адаптивного сглаживающего фильтра с сохранением геометрических особенностей. Предложенный гибридный метод демонстрирует наилучший баланс точности и целостности геометрии.

Библиографический список

1. Глумова, Е. С. Исследование алгоритмов фильтрации облака точек для помехоустойчивой реконструкции поверхности / Е. С. Глумова, М. А. Серова // Труды Международной конференции по компьютерной графике и зрению "Графикон". – 2023. – № 33. – С. 988-998.
2. Ротова, О. М. Нейросетевое устранение шума в полигональных сетках / О. М. Ротова, Н. В. Пивоварова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10, № 1(36).
3. Дубенко Ю. В., Дышкант Е. Е. и др. Метод реконструкции трехмерных сцен, основанный на применении сверточных нейронных сетей, фильтрации по дистанции и с помощью "октодерев" // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. 2021. №4 (60).

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 24. Системы управления и автоматизация

Андреевков А.А. Каскадная синергетическая система управления концентрацией целевого продукта в химическом реакторе; рук. Лабутин А.Н.	4
Андреевков А.А. Управление химическим реактором при неполной определённости информации о динамике объекта; рук. Лабутин А.Н.	5
Артохова П.А. Интеллектуальное управление теплофизическими процессами на основе прогнозного моделирования.	6
Балдов Е.А. Цифровой регулятор разрежения в топке котла; рук. Муравьев И.К.	7
Беседин Е.Ю., Пастухов М.Р. Система контроля геометрии обечаек; рук. Атаманюк Р.Г.	8
Беседин Е.Ю., Пастухов М.Р. Разработка оптико-электронного прибора контроля диаметров обечаек; рук. Атаманюк Р.Г.	9
Болонин Е.В. Аппаратно-программный комплекс защиты данных и аутентификации для распределенных клиент-серверных приложений; рук. Голубев А.В.	10
Бушуев К.А. Особенности регулирования тепловой нагрузки прямоточного котла; рук. Никоноров А.Н.	11
Валиев Р.Н. Адаптивные методы повышения эффективности АСР в теплоэнергетике; рук. Голубев А.В.	12
Валиев Р.Н. Применение цифровых двойников для повышения эффективности АСР в теплоэнергетике; рук. Голубев А.В.	13
Валиев Р.Н. Повышение эффективности АСР котельных установок на основе модельно-предиктивного управления; рук. Голубев А.В.	14
Гришкин И.С. Разработка имитационной модели системы автоматического управления газовакуумным стендом реактора СМ-3; рук. Зайцев М.Е.	15
Елисеев В.В. Неявные методы интегрирования жёстких систем уравнений на примере точечной кинетики нейтронов; рук. Никоноров А.Н.	16
Елисеев В.В. Разработка ПО для решения дифференциальных уравнений с расчётом установившегося состояния; рук. Голубев А.В.	17
Канарейкин В.И. Гибридный Упрощенная распределенная модель тепловых процессов в помещении для задач предиктивного управления; рук. Голубев А.В.	18
Кислякова Ю.В. Автоматическое управление освещением; рук. Астахов С.П.	19
Козина Т.Н. Разработка математической модели основного пароструйного эжектора ЭО-70; рук. Никоноров А.Н.	20

Коломеец Е.А. Разработка тренажера для поверки преобразователей давления; рук. Маршалов Е.Д.	21
Котова Д.А. Разработка адаптивной системы контроля уровня воды для барабанов низкого давления; рук. Никоноров А.Н.	22
Котова Д.А. Разработка системы контроля уровня воды для барабанов низкого давления; рук. Котлова А.В.	23
Крицына Н.М. Моделирование динамических режимов ядерной паротурбинной установки в ПТК «СУРА»; рук. Никоноров А.Н.	24
Кузнецов А.Е. Реализация автоматической системы регулирования температуры вторично перегретого пара в TRACE MODE; рук. Никоноров А.Н.	25
Кузнецова Е.А. Разработка модели пароводяного тракта котла ТГМП-314; рук. Маршалов Е.Д.	26
Маслова К.С. Человеко-машинные интерфейсы в киберфизических системах активных экзоскелетов; рук. Борисов А.В.	27
Милюков М.А. Анализ неисправностей измерительных каналов термоэлектрических преобразователей температуры; рук. Голубев А.В.	28
Натур А.В. Параметрическое проектирование ортезов; рук. Моисеев Ю.Б.	29
Пойгин Я.А. Разработка системы управления температурным режимом котла ТПП-210; рук. Муравьев И.К.	30
Покровский К.К. Разработка программы предиктивного обслуживания датчиков на основе LLM; рук. Маршалов Е.Д.	31
Полторан М.Д. Программный комплекс автоматизации контроля расхода воды в ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод»; рук. Стефановский И.Л.	32
Праньков Д.А. Повышение эффективности промышленных компрессоров с учётом влажности воздуха; рук. Голубев А.В.	33
Прокофьев А.Р. Применение гидростатического метода измерения уровня жидкости в барабане; рук. Котлова А.В.	34
Прудников Н.С. Перспективы применения цифровых двойников на хлебопекарном предприятии; рук. Денисов В.Н.	35
Сарбаева Я.И. Цифровые технологии в топливно-энергетическом комплексе: плюсы, примеры и трудности; рук. Хусаинова Е.А.	36
Серболина А.А., Александров А.А. Управление термическими остаточными напряжениями в заготовках из алюминиевых сплавов; рук. Лившиц А.В.	37
Смирнов А.С. Разработка программы для расчёта перепада давления на сужающих устройствах при измерении расхода; рук. Котлова А.В.	38
Смирнова Е.Е. Перспективы применения цифрового двойника для оптимизации процесса выпечки; рук. Денисов В.Н.	39
Смирнов В.П. Диагностика цепи термосопротивления методом узловых потенциалов; рук. Никоноров А.Н.	40

Смирнов Д.А. Автоматизация управления питанием барабанного котла на базе ПТК «СУРА»; рук. Никоноров А.Н.	41
Смирнов Д.А. Исследование САУ разрежением в топке прямооточного котла с использованием частотного преобразователя; рук. Голубев А.В.	42
Смирнов М.А. Система технического зрения на базе одноплатного микрокомпьютера Raspberry Pi 5 и фреймворка Ultralytics; рук. Маршалов Е.Д.	43
Соловьев Д.А. Разработка адаптивного нейронного регулятора давления острого пара; рук. Муравьев И.К.	44
Софронов Н.А. Автоматизация управления котлом-утилизатором на базе ПТК «СУРА»; рук. Никоноров А.Н.	45
Тюрин А.Р. Гибридный USB-токен на базе ESP32 как средство защиты ПО АСУТП; рук. Голубев А.В.	46
Фомичев С.Д. Программная реализация учета термического расширения воды для компенсатора давления АЭС; рук. Муравьев И.К.	47
Чучман Н.М. Цифровой двойник и предиктивные алгоритмы в управлении режимами прогрева энергетического оборудования; рук. Никоноров А.Н.	48
Чучман Н.М. Математическая модель стопорного клапана паровой турбины; рук. Никоноров А.Н.	49
Шинкевич Д.А. О возможности регулирования турбокомпрессора доменного производства дополнительным нагнетателем; рук. Муравьев И.К.	50

Секция 25. Информационные технологии в управлении

Аверин Е. В. Разработка метода многокритериального ранжирования исполнителей; рук. Козлов М. Н.	52
Антонова О. Н. Разработка информационной системы поддержки процесса управления проектными работами сотрудников компании; рук. Елизарова Н. Н.	53
Барашков Д. О. Разработка информационно-коммуникационной системы сбора и аналитики клиентских заявок; рук. Соколова А. С.	54
Болонин Е. В. Разработка и применение онтологии для семантической верификации данных финансовых документов в распределенных системах; рук. Пантелеев Е. Р.	55
Видакова Е. С. Информационная система тестирования и оценки кандидатов на основе многокритериальной математической модели; рук. Буйлов П. В.	56
Воробчиков Д. С. Разработка метода анализа пользовательских историй; рук. Буйлов П. В.	57
Голубев Д. А. Метод анализа причин брака горячекатаного проката; рук. Гвоздева Т. В.	58

Горожанин И. С. Проектирование математического обеспечения подсистемы оценки компетенций для формирования кадрового резерва вуза; рук. Гвоздева Т. В.	59
Гриневич С.М., студ.; Управление информационной безопасностью HR-данных на основе машинного обучения; рук. Фомченкова Л.В.,	60
Жохов М. С. Модель приоритизации клиентских заявок; рук. Соколова А. С.	61
Карташов А. А. Система информационного обеспечения процесса сертификации продукции; рук. Елизарова Н. Н.	62
Кленько Д. Р. Оптимизация карт раскроя на основе гибридного алгоритма; рук. Гвоздева Т. В.	63
Коновалов А. В. Информационная технология обучения сотрудников на основе гибкого подхода; рук. Елизарова Н. Н.	64
Косенко И. П. Применение компьютерного зрения в интеграции с scada/mes-системами для повышения безопасности коксохимического производства; рук. Устиненкова А. В.	65
Курьянович Д. В. Автоматизированная система учета услуг ветеринарной клиники с салоном груминга; рук. Комракова Е. В.	66
Кушнин В. С. Проблема ранжирования документов и её решение с помощью модели TF-IDF; рук. Ясинский И. Ф.	67
Лапицкая А. И. Методы оперативной аналитики временных затрат в системах проектного учета; рук. Комракова Е. В.	68
Майновская М. Е. Моделирование и анализ процессов договорной работы на основе теории массового обслуживания; рук. Козлов М. Н.	69
Макаров В. Е. Применение методов теории массового обслуживания для оптимизации процессов технологического обслуживания на энергообъекте; рук. Егорова Н. Е.	70
Митрофанов И. С. Технология оценки эффективности офлайн-мероприятий; рук. Елизарова Н. Н.	71
Мокиенко И. М. Разработка метода обеспечения целостности версионных данных; рук. Ясинский И. Ф.	72
Моргоев И. Д. Дифференцированный подход к анализу данных при выявлении неучтенного потребления электроэнергии в распределительных сетях; рук. Дзгоев А. Э.	73
Морозов А. Е. Постановка оптимизационной задачи формирования редакционного плана; рук. Буйлов П. В.	74
Морозов А. Е. Расчет интегрального показателя публикационной значимости; рук. Буйлов П. В.	75
Морозов А. Е. Решение задачи семантической дедупликации при сборе текстовых материалов; рук. Буйлов П. В.	76
Москвинов А. А. Проверка соответствия моделей при проектировании информационных систем: методика на основе многослойного графового представления; рук. Гвоздева Т. В.	77

Мухин Д. С. Технология формирования профиля обучающегося на основе HARD и SOFT SKILLS; рук. Елизарова Н. Н.	78
Павлова Е. А. Интеллектуальный метод унификации данных в системах управления производственными активами энергетических предприятий; рук. Пучков А. Ю.	79
Пинчукова В. А. Мониторинг и сбор метрик на платформе «1С:Предприятие»; рук. Комракова Е. В.	80
Пинчукова В.А., студ.; Оптимизация хранения медиа-данных в информационных системах; рук. Комракова Е.В.	81
Ризин М. М. Ранжирование кандидатов методом атрибутивной деперсонализации данных; рук. Рудаков Н. В.	82
Скворцов С. В. Информационная технология сценарного моделирования в условиях неопределенности на рынке; рук. Елизарова Н. Н.	83
Соколова А. С. Оценка уровня сформированности понятийных структур обучающегося как основа персонализации образовательного контента; рук. Елизарова Н. Н.	84
Талантов И. С. Приоритизация заявок при разработке проектной документации методом RICE; рук. Козлов М. Н.	85
Титов М. С. Информационная система планирования питания и отдыха; рук. Буйлов П. В.	86
Углов А. Е. Использование машинного обучения для прогнозирования сроков в системах управления проектами; рук. Натур В. В.	87
Харламов И.С. Индекс семантической интерпретируемости многошаговых нечетких вычислений; рук. Федулов А.С.	88
Чернова Е. А. Гибридный интеллектуальный метод смены паттернов развития социально-экономической макросистемы; рук. Харламов П.С.	89
Чернова Е. А. Нечеткая модель агрегации разнородных данных социкиберфизических систем умного города; рук. Харламов П. С.	90
Чистякова К. Е. Исследование методов защиты от телефонного мошенничества на основе анализа голосовых триггеров; рук. Буйлов П. В.	91
Шуголь Е. Е. Применение математической модели для оценки эффективности командировочных расходов; рук. Рудаков Н. В.	92
Якунин Р. С. Сравнительный анализ ML-методов прогнозирования бытового энергопотребления; рук. Козлов М. Н.	93

Секция 26. Разработка программного обеспечения

Абрамов А. А. Разработка и применение онтологии по распознаванию фотографий; рук. Пантелеев Е. Р.	95
Адамова А. А. GENBI: интеллектуальная генерация SQL и визуализации с использованием LLM; рук. Косяков С. В.	96

Бойцов А. А. Система динамической оценки достоверности веб-пользователя; рук. Гнатюк А. Б.	97
Болонин Е. В. Разработка микросервиса трансляции естественного языка в SQL-запросы с применением динамической фильтрации схемы базы данных; рук. Игнатьев Е. Б.	98
Бордя М. В. Разработка чат-сервера реального времени на языке go с использованием websocket и jwt-аутентификации; рук. Тамбовцев А.М.	99
Борисов Ш. М. Разработка платформы для проведения онлайн олимпиад по спортивному программированию; рук. Гадалов А. Б.	100
Ветров Д. А. Исследование влияния метода Data Lake на безопасность баз данных; рук. Харламов П. С.	101
Ветров Д. А. Применение методов нечеткой композиции и аппроксимации при разработке узкоспециализированных коммерческих приложений; рук. Харламов П. С.	102
Ветров Д. А., Дятлов А. Ю. Сравнительный анализ методов диагностики и устранения неисправностей компьютерных систем с помощью CI/CD; рук. Харламов П. С.	103
Второва Т. А., Марков Л. С., Виртуальная подсистема исполнения запросов для СУБД POSTGRES; рук. Пантелеев Е. Р.	104
Дробышевский Е. А. WEB-приложение для оценки постинсультного болевого синдрома и подбора рекомендаций по лечению; рук. Дорощенко И. В.	105
Зверев Е. И. Разработка игрового движка для создания игр в жанре Roguelike; рук. Алыкова А. Л.	106
Критский С. Д. Использование CUDA для моделирования распространения эпидемий на больших сетках; рук. Чернышева Л. П.	107
Критский С. Д. Разработка CUDA-приложения для параллельной генерации шума Перлина с визуализацией результатов; рук. Чернышева Л. П.	108
Ксенофонтов Л. М. Разработка нейросетевого алгоритма децентрализованного управления роем БПЛА; рук. Сидоров С. Г.	109
Куликов А. Е. Модуль управления инструментами в AI-агентах на основе векторного поиска (RAG); рук. Гадалов А. Б.	110
Лазовой М. А. Система аутентификации и аудита пользователей в промышленной IOT-платформе с интеграцией в корпоративную инфраструктуру безопасности; рук. Дорощенко И. В.	111
Ларионов А. В. Программно-аппаратная реализация модуля сбора и унификации данных с гетерогенного промышленного оборудования на базе THINGSBOARD IOT GATEWAY; рук. Дорощенко И. В.	112
Людин К. В. Обоснование целесообразности двухканальной регистрации глазной активности в задаче диагностики нистагма; рук. Пантелеев Е. Р.	113

Майоров Д. В. Нейросимволическая модель анализа динамики состояния пациента на основании результатов спирометрических тестов; рук. Пантелеев Е. Р.	114
Мамедов А. Т. Особенности разработки интернет-магазина обуви в современных реалиях; рук. Мочалов А. С.	115
Марков Л. С. Использование преимуществ UNIFIEDMEMORY для GPU-ускорения аналитических запросов в POSTGRES; рук. Алыкова А. Л.	116
Мироньчева О. И. Разработка программного обеспечения для моделирования рецептур экструдированных закусочных продуктов; рук. Денисов В. Н.	117
Миртовский И. Д. Метод инкрементальной проверки согласованности архитектурных артефактов при эволюции программных систем; рук. Гнатьюк А. Б.	118
Мусафиров А. Ю. Параллельный поиск в дереве МОНТЕ-КАРЛО с применением структур непересекающихся множеств в динамических топологических средах; рук. Комракова Е. В.	119
Николаев А. П. Рекомендательная система с использованием генеративного искусственного интеллекта для ресторанов быстрого питания; рук. Натур В. В.	120
Панасов В. О. Проблема согласованности данных в современных информационных системах и подходы к её решению; рук. Лебедева М.Ю.	121
Пучков А. С. Применение методов машинного обучения для прогноза изменения значений диагностических параметров силовых трансформаторов; рук. Игнатьев Е. Б.	122
Романова А. А. Разработка приложения для контроля использования средств индивидуальной защиты в атомной промышленности; рук. Сидоров С. Г.	123
Семенкин К. К. Обзор методов и средств оптимального размещения трансформаторных подстанций; рук. Косяков С. В.	124
Сизяков И. Р. Использование методов компьютерного зрения для решения задачи определения ключевых точек человека; рук. Косяков С. В.	125
Симонов М. С. Исследование влияния стандартизации репозиторий на метрики качества кода; рук. Рудаков Н. В.	126
Степанов К. О. Использование методов градиентного бустинга для задач финансовой бинарной классификации; рук. Алыкова А. Л.	127
Тамьяров И. А. Планирование сессий настольных игр с использованием искусственного интеллекта; рук. Натур В. В.	128
Точило К. И. Интеллектуальная система автоматизированного аудита кода на предмет уязвимостей; рук. Дорощенко И. В.	129
Хайрдинов И. Ю. Разработка веб-приложения электронной библиотеки по истории с использованием S3-хранилища и нечеткого поиска по названию; рук. Игнатьев Е. Б.	130

Секция 27. Численные методы и параллельные вычисления

Адамова А. А. Параллельные вычисления в LLM-ориентированных ВІ-системах; рук. Косяков С. В.	132
Александров А. С. Прогнозирование и моделирование лесных пожаров с помощью клеточных автоматов; рук. Гнатюк А. Б.	133
Бойцов А. А. Система параллельной обработки и оценки достоверности веб-пользователя; рук. Гнатюк А. Б.	134
Борисов Ш. М. Визуализация работы различных алгоритмов обучения нейронных сетей; рук. Чернышева Л. П.	135
Волкова Д. М. Технология радиочастотной идентификации (RFID): принципы, стандарты и применение в СКУД; рук. Гнатюк А. Б.	136
Дымнич Э. А. Математическая модель масштабирования и пространственной реконструкции объектов; рук. Сидоров С. Г.	137
Егоров О. С. Фундаментальные ограничения параллельных итерационных методов в сравнении с аналитическими решениями: на примере задачи Дирихле для уравнения Лапласа; рук. Артамонов М.А.	138
Иванова О. М. Математические основы алгоритма обнаружения событий ходьбы на основе глубоких нейронных сетей с инерциальными датчиками; рук. Сидоров С. Г.	139
Ивличев Е. П. Динамическая визуализация ЭЭГ активности для системы ВСІ в реальном времени; рук. Сидоров С. Г.	140
Критский С. Д. Использование CUDA для моделирования гравитационного взаимодействия системы частиц в трёхмерном пространстве в реальном времени; рук. Чернышева Л. П.	141
Критский С. Д. Разработка CUDA-приложения для моделирования распространения волн в двумерной среде; рук. Чернышева Л. П.	142
Критский С. Д. Реализация сетей Петри с использованием CUDA и графического интерфейса пользователя; рук. Чернышева Л. П.	143
Лопатин И. А. Приоритизация рендеринга кадров для предпросмотра в видеоредакторе; рук. Гнатюк А. Б.	144
Ляпин С. А. Единая нейросетевая архитектура оценки глубины помещений на основе семантических якорей; рук. Сидоров С. Г.	145
Паначин К. Р. Анализ эффективности рекурсивного алгоритма на C++ на примере задачи Гаусса; рук. Гнатюк А. Б.	146
Пучков А. С. Применение методов машинного обучения для прогноза изменения значений диагностических параметров силовых трансформаторов; рук. Игнатьев Е. Б.	147
Сидорова Ю. С. Выделение первичных признаков на примере набора данных MNIST; рук. Сидоров С. Г.	148
Степанов К. О. Оптимизация ресурсозатрат в свёрточной нейронной сети при помощи языка Си; рук. Чернышева Л. П.	149
Хачатрян А. С. Модель параллелизма и производительность веб-серверов на Go и C#; рук. Чернышева Л. П.	150

Шарабанов Н. А. Разработка плагина параллельных операций для платформы Unreal Engine; рук. Сидоров С. Г.	151
Шарыпов А. В. Автоматизированная система учёта посещений занятий студентами; рук. Гнатюк А. Б.	152
Шумкова Л. В. Тенденции развития суперкомпьютеров: ТОП-500 и квантовые технологии; рук. Чернышева Л. П.	153
Юдин В. С. Разработка библиотеки алгоритмов умножения матриц с использованием технологий параллельного программирования; рук. Гнатюк А. Б.	154

Секция 28. Прикладные задачи математики

Глыбин А. М. Задача оптимального распределения энергоносителей в системах энергоснабжения; рук. Беляков А. Н.	156
Евдокимов В. П. Математическое моделирование алгоритма и программного обеспечения для оптимизации режима дня на основе данных о сне и активности; рук. Киселёв В. Ю.	157
Жаворонков А. И. Моделирование диффузионного смешивания сыпучих материалов с использованием одномерной ячеечной модели Маркова; рук. Шуина Е. А.	159
Изотов Е. Э. Применение нейронных сетей для прогнозирования экономических показателей; рук. Шуина Е. А.	160
Кабитов Д. А. Моделирование поведения лавы при извержении вулкана с использованием цепей Маркова; рук. Шуина Е. А.	162
Кабитов Д. А. Практический анализ уязвимости криптосистемы NTRU к решеточным атакам при малых параметрах; рук. Артамонов М. А.	163
Кабитов Д. А. Экспериментальное исследование параметрической устойчивости и улучшений алгоритма LLL; рук. Артамонов М. А.	164
Ковалев П. Д. Создание алгоритма на основе сверточной нейронной сети для классификации изображений; рук. Киселев В. Ю.	165
Коротков Н. А. Модель интеллектуального сопровождения подготовки студентов к экзамену по высшей математике на основе сократовского метода; рук. Шуина Е. А.	166
Магомедсайгитов М. М. Математическое моделирование динамики взаимодействующих эпидемий с учетом сезонного фактора.; рук. Киселев В. Ю.	167
Магомедсайгитов М. М. Сравнительный анализ распространения инфекции и динамики нелинейных волн.; рук. Киселев В. Ю.	168
Мартыненко А. Н. Оптимизация режимов разогрева высоковязкой жидкости в резервуарах на основе модели марковской цепи; рук. Шуина Е. А.	169
Миронова П. А. Исследование зависимости криптостойкости от выбора параметров эллиптической кривой; рук. Артамонов М. А.	170

Молькова А. А. Анализ граничных условий при моделировании процесса закалки тонкой металлической пластины; рук. Аксаковская Л. Н.	171
Оленичев В. П. Математическое моделирование процесса распознавания рукописного текста и автоматической оценки письменных работ студентов с использованием методов искусственного интеллекта; рук. Шуина Е. А.	172
Павлова Д. Г. Модель интеллектуального сопровождения подготовки студентов к экзамену по высшей математике; рук. Шуина Е. А.	173
Разгуляев В. Н. Разработка адаптивной системы обучения программированию на языке Python с автоматической генерацией и проверкой заданий; рук. Шуина Е. А.	174
Созинов А. В. Математическое моделирование лопастного перемешивания; рук. Шуина Е. А.	175
Соколов И. В. Математическое моделирование процесса синтеза индивидуального голоса преподавателя с использованием методов искусственного интеллекта; рук. Шуина Е. А.	176
Сунгатуллин Р. Р. Математическое моделирование алгоритма и программного обеспечения для персонализированных скидок и купонов для удержания клиента. ; рук. Киселёв В. Ю.	177
Уткин В. А. Поиск оптимальной программы управления подачей сегрегирующего ключевого компонента в смеситель; рук. Шуина Е. А.	179

Секция 29. Геометрическое моделирование и web-дизайн

Аксенов Б. Реализация клиентской части веб-сайта на основе статического макета FIGMA; рук. Егорычева Е. В.	181
Бабошин Н. С. Разработка интерактивного прототипа главной страницы web-сайта; рук. Егорычева Е. В.	182
Бадьева В. Н. Создание дизайна сайта для ювелирного магазина; рук. Егорычева Е. В.	183
Волков А.В. Проектирование интерфейса мобильного приложения для турагентства в графическом редакторе Figma; рук. Егорычева Е. В.	184
Голубева Ю. М. Разработка дизайна веб-ресурса для ювелирного магазина; рук. Егорычева Е. В.	185
Городищев К. Е., Захаров А. В. Экономическая эффективность использования информационной цифровой модели для расчетов объемов земляных работ при проектировании теплотрассы; рук. Симченко О. Л.	186
Грудкин М. В. Проектирование интерфейса мобильного приложения образовательной платформы; рук. Егорычева Е. В.	187
Каряев Г.Д. Проектирование модуля светодиодной платы для сферического экрана; рук. А.А. Бойков	189

Критский С. Д. Разработка обучающего симулятора для изучения архитектуры CUDA с визуализацией работы потоков и блоков в реальном времени; рук. Чернышева Л. П.	190
Критский С.Д. Разработка удобного веб-интерфейса для программирования на CUDA без локальной установки среды; рук. Чернышева Л. П.	191
Крымжалов И. А. Разработка прототипа многостраничного сайта для сервиса доставки еды; рук. Егорычева Е. В.	192
Малафеева И. А. Использование инфографики в геометрическом моделировании сценарного алгоритма; рук. Волкова М.Ю.	193
Муравьев Н. В. Исследование возможностей прикладного компьютерного моделирования в Figma; рук. Волкова М. Ю.	194
Николаев А. Д. Проектирование прототипа многостраничного веб-сайта для продажи услуг догситтеров; рук. Егорычева Е. В.	195
Петухова Л. Ю. Анализ предметной области и разработка прототипа мобильного приложения для онлайн-обучения; рук. Егорычева Е. В.	196
Погодин В. А. Применение операции “элемент по траектории” для моделирования объектов станций атомной энергетики; рук. Осадчий Д. Ю.	197
Романова А. А. Анализ разработки дизайна интернет-приложения; рук. Егорычева Е. В.	198
Севастьянов А. А. Визуальная иерархия в UI главной страницы сервиса доставки еды; рук. Сидоров А. А.	199
Сизов Р. А. Разработка прототипа мобильного приложения для фитнес-клуба; рук. Егорычева Е. В.	200
Смирнова С. А. Разработка дизайна сайта для пет-отеля «Любимчики»; рук. Егорычева Е. В.	201
Сыров Е. С. Юзабилити. анализ и улучшение карточек товаров на маркетплейсах; рук. Егорычева Е. В.	202
Толстых И. С. Разработка инструмента для исследования гиперфракталов «горящий корабль» в среде UNITY3D; рук. Бойков А.А.	203
Ухов Е. К. Создание анимированной композиции планет; рук. Егорычева Е. В.	204
Федулов С. А. Проектирование интерфейса и использованием компонентов; рук. Егорычева Е. В.	205
Филюк А.С. Об автоматизации построения полигональных аппроксимаций сферы для САПР с использованием «Blender 3D»; рук. Бойков А. А.	206
Ха Э. Ф. Проектирование дизайна лендинга цветочного магазина; рук. Егорычева Е. В.	207
Швыряева А.С., Бойков А.А. Интерактивная виртуальная экскурсия для музея «Авангард» (галерея на шаболовке); рук. Проскуряков А.Ю.	208

Шумкова Л.В. DIGITAL–графика с помощью графического редактора PROCREATE; рук. Чернышёва Л.П.	209
Щукин М.П. Исследование альтернативных методов построения множества мандельброта; рук. Бойков А.А.	210
Якубовская Ю.А. Гибридный алгоритм фильтрации облака точек; рук. Карабчевский В.В.	211

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Двадцатая первая всероссийская (тринадцатая международная)
научно-техническая конференция студентов, аспирантов
и молодых ученых

«Энергия -2026»

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Печатается в авторской редакции

Составитель – к.п.н., доцент Сидоров А.А.

Подписано в печать .2026. Формат 60x84 1/16.

Печать плоская. Усл. печ. л. 13,02. Уч.-изд. л. 10

Электронное издание

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический
университет имени В.И. Ленина».

Отпечатано в УИУНЛ ИГЭУ

153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34.