Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина

МАТЕРИАЛЫ

XII научно-технической конференции магистрантов
Рязанского государственного радиотехнического
университета имени В.Ф. Уткина



Рязань 2026

УДК 004
Материалы XII научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета имени В.Ф. Уткина. – Рязань: РГРТУ, 2026 – 430 с.

Освещаются вопросы разработки телекоммуникационной аппаратуры и сетей, обработки радиолокационных сигналов, оптических каналов связи, разработки и моделирования радиоэлектронных устройств различного назначения, алгоритмического обеспечения систем обработки изображений и распознавания образов, математического моделирования систем управления, организации работы информационно-вычислительных сетей, разработки информационных и биомедицинских систем и приборов, систем менеджмента качества, управления технологическими процессами, систем автоматизированного проектирования, микро- и наноэлектроники, разработки алгоритмического и программного обеспечения информационно-вычислительных систем, комплекс вопросов, касающихся информационных систем для экономики, финансов, менеджмента, государственного, муниципального и коммунального управления.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

Ответственный редактор:
канд. техн. наук, доц. Миловзоров О.В.

© Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, 2026

СЕКЦИЯ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ

РАЗРАБОТКА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЙ И ЗАЩИЩЕННОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

В.А. Варакин
Научный руководитель – Дмитриев В.Т., д-р техн. наук, доцент

Исследование направлено на обеспечение помехоустойчивости и защиты голосового трафика в условиях нестабильных каналов связи и ограниченных вычислительных ресурсов приёмопередающих устройств. Классические подходы не адаптируются к текущему состоянию канала, что приводит либо к неэффективному расходу полосы пропускания, либо к снижению качества.

Для решения этой задачи разработана гибридная адаптивная модель, объединяющая: аудиокодек Opus с динамическим управлением битрейтом; помехоустойчивое кодирование на основе LDPC-матриц с регулируемой избыточностью; алгоритм шифрования ASCON-128.

Ключевая особенность метода — алгоритм динамической настройки параметров, основанный на метриках протокола RTCP (доля потерь, вариация задержки, время прохождения). Система автоматически корректирует уровень избыточности LDPC и размер аутентификационного поля.

Помехоустойчивость обеспечивается LDPC-кодами с эффективностью, близкой к пределу Шеннона, где адаптация к каналу связи реализуется через динамическое изменение количества контрольных битов без перестройки структуры кода. Криптографическая защита построена на алгоритме ASCON-128, обеспечивающем стойкость и целостность данных при минимальных вычислительных затратах.

Экспериментальная проверка выполнена в среде MATLAB. Результаты показывают, что при вероятности битовой ошибки 0,1% и потере до 5% пакетов качество речи остаётся на уровне MOS ≥ 3,8, задержка составляет 80–120 мс, а пиковая вычислительная сложность не превышает 12 MIPS.

Работа совместима с существующей инфраструктурой RTP/UDP и SIP — модернизация сетевого оборудования не требуется. Чёткое поведение алгоритмов облегчает сертификацию для специальных каналов связи. Подход пригоден для внедрения в корпоративные сети, системы специального назначения и IoT-среды, где критичны энергозатраты и ограничения по вычислительной мощности.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ПРИВЯЗНЫХ БПЛА В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ И ЗАДАЧ

И.В. Войнов

Научный руководитель – Корнеев В.А., канд. техн. наук, доцент

Развитие средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ) делает радиочастотные каналы связи беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) уязвимыми к воздействию помех. Одним из перспективных направлений решения этой задачи является применение волоконно-оптического (ВО) тетерного кабеля, обеспечивающего одновременно передачу данных и электропитание. Принципиальное преимущество ВО-тетера - физический иммунитет к электромагнитным помехам (ЭМП) [1].

В работе разработана аналитическая модель ВО-канала применительно к БПЛА с разматываемым тетером. Приняты следующие допущения: OOK со скоростью 1 Гбит/с, учитывается только погонное затухание волокна, потери в разъёмных и сварных соединениях, дисперсия не учитываются. Суммарное затухание определяется выражением:

$$A = \alpha * L, \quad (1)$$

где α - погонное затухание (дБ/км), L - длина кабеля. Рассмотрены три конфигурации: SM G.652D на длинах волн 1310 нм (α = 0,35 дБ/км) и 1550 нм (α = 0,20 дБ/км), а также MM OM3 на 850 нм (α = 2,50 дБ/км)[2].

Вероятность битовой ошибки определяется через Q-фактор:

$$BER = \frac{1}{2} * erfc\left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right), \quad (2)$$

где erfc() - дополнительная функция ошибок, Q - безразмерный показатель качества сигнала.

Диапазон моделирования - 0,1-10 км, что соответствует рабочим длинам тетера ВО дронов (серийное изделие «Горгона-15» использует катушку 10 км). Показано, что в рамках принятой модели SM G.652D на 1550 нм обеспечивает BER < 10^{-9} на всём диапазоне длин до 10 км; MM OM3 достигает порога BER = 10^{-9} при длине около 1,8 км и не рекомендуется для длинных тетеров. Задержка распространения сигнала в ВО-кабеле длиной 10 км составляет 49 мкс, что значительно меньше задержки радиоканалов LTE (10-25 мс).

Проведено сравнение ВО-канала с WiFi 802.11ac, LTE 4G и коаксиальным кабелем RG-58 в условиях ЭМП с использованием SINR-модели. При характерном уровне помехи -40 дБм в точке приёма BER радиоканалов превышает 10^{-2}, тогда как BER ВО-канала не зависит от уровня внешних ЭМ-воздействий. Это подтверждает принципиальное преимущество ВО-тетера как единственного канала передачи данных для БПЛА, обеспечивающего гарантированную устойчивость в условиях радиоэлектронного противодействия.

Библиографический список

1. Fattori F., Cocuzza S. Tethered Drones: Tethered Drones: A Comprehensive Review of Technologies, Challenges, and Applications // Drones. - 2025. - Vol. 9. No. 6. - DOI: 10.3390/drones9060425

2. Рекомендация ITU-T G.652. Характеристики одномодового оптического волокна и кабеля. Женева: МСЭ, 2017. 28 с.

СРАВНЕНИЕ КОНФИГУРАЦИЙ ВОЛНОВОДА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТЕРЖНЕВОЙ АНТЕННЫ

Р.В. Ким
Научный руководитель – Смирнов А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается два способа возбуждения волны H11 в круглом волноводе диэлектрической стержневой антенны: прямой и косвенный [1-3]. Возбуждение происходит с помощью штыря, являющегося продолжением коаксиальной линии. В случае прямого возбуждения штырь входит сразу в круглый волновод, возбуждая волну H11, а в случае косвенного – сначала в прямоугольный, возбуждая сначала волну H10. Эта волна в дальнейшем преобразуется в волну H11 за счет плавного перехода с прямоугольного на круглый волновод.

Для обоих случаев с помощью программы «CST Microwave Studio» [4] были созданы модели, на основе которых был произведен анализ временных характеристик и коэффициента эллиптичности.

Исследования проводились в диапазоне от 9 до 11 ГГц, средней частотой которого является 10 ГГц. Размеры прямоугольного волновода были выбраны в соответствии с наиболее распространенными на рынке моделями для этих частот – 23*10 мм. Диаметр круглого волновода подобран под размеры прямоугольного, для создания плавного перехода. Общая длина для каждой из обеих моделей составляет три длины волны для средней частоты диапазона.

Результаты анализа временных характеристик показали, что вторая модель (косвенное возбуждение) обладает меньшим уровнем прошедшего и бо́льшим уровнем отраженного сигнала, что говорит об отражениях на переходе с прямоугольного на круглый волновод.

Анализ частотных графиков для коэффициента эллиптичности показал, что первая модель обладает более высоким уровнем коэффициента эллиптичности на средней частоте, чем вторая, что говорит о ее более явной линейной поляризации. Линейная поляризация здесь необходима для дальнейшего преобразования в круговую, и чем чище будет линейная поляризация – тем лучше будет итоговая круговая.

Результатом исследования стал вывод о том, что метод прямого возбуждения волны в круглом волноводе для автора будет наиболее предпочтителен для дальнейших работ по теме диэлектрических стержневых антенн.

Библиографический список

1. Антенно-фидерные устройства: 2-е изд., доп. и переработ. / А.Л. Драбкин; Москва.: «Советское радио», 1974 г. – 536 с.

2. Антенны УКВ: в 2-х частях, часть 2 / Г.З. Айзенберг; Москва.: «Связь», 1977 г. – 288 с.

3. Устройства СВЧ и антенны: учебное пособие в 2-х частях, часть 2 / Г.Г. Гошин; ТУСУР, Томск, 2012 г. – 159 с.

4. Применение CST Microwave Studio для расчета антенн и устройств СВЧ: учебное пособие / А.В. Фатеев; ТУСУР, Томск, 2017 г. – 115 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИГНАЛОВ В КОГНИТИВНЫХ РАДИОСЕТЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРАДИГМЫ UNDERLAY

И.А. Козупица
Научный руководитель – Лисничук А.А., д-р техн. наук, доцент

Решение существующей проблемы дефицита доступного радиочастотного ресурса при его низкой фактической утилизации предлагает концепция когнитивного радио (КР), предоставляющая механизмы динамического доступа к спектру. В частности, парадигма Underlay позволяет вторичному пользователю (ВП) передавать данные одновременно с первичным пользователем (ПП) в единой полосе частот. Ограничением здесь выступает строгое соблюдение уровня разрешенной мощности для ВП – интерференционной температуры: мощность излучения вторичного пользователя должна быть занижена, чтобы помехи не нарушали качество обслуживания основного канала [1].

Для адаптации к потенциально изменяющейся радио обстановке КР должно собирать информацию о состоянии канала (ИСК). В условиях прямой видимости и наличия априорных данных о параметрах основного сигнала можно ограничиться лишь знанием о мощности ПП [2].

В данной работе представлена модель канала связи, в котором сосуществуют два сигнала: сигнал с 256 позиционной квадратурной амплитудной модуляцией (КАМ) и сигнал с прямым расширением спектра (DSSS).

- Сигнал ПП (КАМ): для повышения спектральной эффективности и помехоустойчивости используется сверточное кодирование (скорость 2/3, декодер Витерби) и фильтрация корнем приподнятого косинуса (ФКПК) с коэффициентом сглаживания 0.22. Это позволяет повысить помехоустойчивость, минимизировать межсимвольную интерференцию и сформировать компактный спектр.
- Сигнал ВП (DSSS): ВП использует метод прямого расширения спектра с манипуляцией BPSK.

Моделирование системы в канале с аддитивным белым гауссовским шумом (АБГШ) позволяет оценить взаимное влияние сигналов через расчет коэффициента битовых ошибок (КБО). Изменение длины расширяющей кодовой последовательности N сигнала ВП будет основным методом адаптации КР. Результирующий КБО – 0.29 (при отношении энергии бита к СПМ шума (Eb/N0) равному 10) для N = 8 и 10e-3 (для того же Eb/N0) при N = 450. Наблюдение за изменяющейся СПМ показывает, что увеличение N улучшает индивидуальные КБО для сигналов. Для ВП это описывается стохастической моделью [3]:

$$\gamma_{ВП} = \frac{N * P_{DSSS}}{\sigma^2 + P_{QAM}} \qquad (1)$$

где P_{DSSS} и P_{QAM} – мощности сигналов DSSS и QAM соответственно, σ^2 - дисперсия шума.

Данная реализация является фундаментом для разработки алгоритмов адаптивного управления мощностью. Понимание того, как параметры DSSS влияют на КБО для ПП, позволяет определить границы эффективного сосуществования, при которых когнитивная система может функционировать без необходимости перестройки рабочих частот.

Библиографический список

1. Kumar, B. A survey of overlay and underlay paradigms in cognitive radio networks // International Journal of Communication Systems. – 2017. – Vol. 31, No. 3. – Pp. 1–20. – DOI: 10.1002/dac.3443.

2. Прокис, Дж. Цифровая связь: перевод с английского под ред. Кловского Д. // Москва: Радио и связь, 2000. – 800 с. – ISBN 5-256-01434-X.

3. Becker, Hanna. Experimental Study of an Underlay Cognitive Radio System: Model Validation and Demonstration // CROWNCOM – Grenoble, 2016. – p. 4–6.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПЕРВИЧНОГО КОДЕКА С АДАПТАЦИЕЙ ДЛЯ СПУТНИКОВЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

К.Э. Лебедев

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., д-р. техн. наук, доцент

Спутниковые каналы связи характеризуются значительной задержкой распространения сигнала и жесткими ограничениями по доступной полосе пропускания, что влияет на качество передачи речевой информации [1...4]. Рассмотренные технологии:

- CELP (Code Excited Linear Prediction): компромисс между качеством и сложностью [1...4];
- MELP (Mixed Excitation Linear Prediction): высокая разборчивость при низком битрейте (~2.4 кбит/с) [1...4];
- Codec2: свободное ПО с битрейтом 700–3200 бит/с, ориентировано на узкополосные каналы [1...4].

Проблемы и задачи:

- Минимизация задержки кодирования для работы в реальном времени;
- Обеспечение устойчивости к помехам и потерям пакетов:
- Адаптация параметров кодека к текущему состоянию канала связи.

Методы адаптации:

- Динамическое изменение параметров кодирования;
- Оценка состояния канала;
- Использование гибридной структуры с возможностью переключения между режимами CELP, MELP и Codec 2.

Заключение: адаптивные первичные кодеки, основанные на комбинировании различных методов кодирования и динамическом выборе режимов работы, позволяют обеспечить требуемое качество речевого сигнала при ограниченных ресурсах спутникового канала.

Библиографический список

1. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т., Д.Е. Крысяев, С.С. Попов Исследование качества передаваемой речевой информации при различном сочетании алгоритмов кодирования источника и канала связи в условиях действия помех. Вестник РГРТУ 2008 № 1 (Выпуск 23). С. 53-56.

2. В.Т. Дмитриев, Е.А. Харланова Алгоритм кодирования речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева и вейвлет-пакетного разложения в системах компьютерной телефонии. Вестник РГРТУ 2010 № 1 (Выпуск 31) С. 98-101.

3. В.Т. Дмитриев, Д.И. Лукьянов Алгоритм маскирования на основе представления Хургина-Яковлева с использованием производных второго и третьего порядков. Вестник РГРТУ 2012 №4. –С.13-17.

4. Качество передачи речи и его оценка: Учебное пособие / М. В. Илюшин, В. Т. Дмитриев, О. О. Басов, В. А. Тарусов; под общ. ред. С. Н. Кириллова. – Орел: Академия ФСО России, 2015. – 104 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ШУМА С ЗАДАННОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИЕЙ МЕТОДОМ ФОРМИРУЮЩЕГО ФИЛЬТРА

М.А.Чуткин

Научный руководитель – Езерский В.В., д-р техн. наук, профессор

Создание случайных процессов, обладающих заданной автокорреляционной функцией (АКФ), представляет значительный интерес для моделирования таких явлений, как помехи в каналах связи, в радиолокационных системах и в задачах обработки сигналов. В отличие от аддитивного белого шума, коррелированный шум обладает зависимостью между последовательными отсчетами, что более точно отражает природу реальных физических шумовых процессов [1...4]. Данная работа ставит своей целью разработку математической модели, исследование влияния характеристик АКФ на свойства результирующего шума, а также сравнительный анализ существующих методов его генерации.

Моделирование через формирующие фильтры

Общепринятым способом генерации коррелированного шума является прохождение белого шума через линейную систему, характеризуемую импульсной переходной функцией h(t). Выходной сигнал x(t) в таком случае описывается интегралом свертки:

$$x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau)\eta(t-\tau)d\tau,$$

где $\eta(t)$ — белый шум. В частотной области связь спектральных плотностей мощности имеет вид $S_x(\omega) = | H(\omega) |^2 S_\eta(\omega)$, откуда модуль передаточной функции фильтра $| H(\omega) | = \sqrt{S_x(\omega)/S_\eta(\omega)}$. Для дискретного времени модель записывается как $x[n] = \sum_k h[k]w[n-k]$. При экспоненциальной АКФ $R_x(\tau) = \sigma^2 e^{-|\tau|/T_c}$ процесс сводится к авторегрессионной модели первого порядка:

$$x[n] = ax[n-1] + bw[n],$$

где $a = e^{-1/T_c}$, $b = \sigma\sqrt{1-a^2}$.

Влияние параметров корреляции

Параметр T_c (время корреляции) определяет скорость убывания АКФ и ширину энергетического спектра. Увеличение T_c приводит к сужению спектра и повышению плавности реализаций шума. Дисперсия σ^2 отвечает за масштабирование амплитуды шумовых флуктуаций, не затрагивая форму АКФ. Сама

форма АКФ (экспоненциальная, гауссова, осциллирующая) оказывает существенное влияние на спектральный состав и гладкость генерируемого процесса.

Сравнение методов генерации

Были рассмотрены четыре ключевых метода:

- Фильтрация белого шума: универсальный подход, легко реализуемый в MATLAB с применением стандартных функций.
- AR-модели: вычислительно эффективны для процессов с экспоненциальной корреляцией.
- Спектральный метод: основан на обратном БПФ от заданного спектра, требует аккуратного контроля фазовых искажений.
- Ковариационный метод: применяется для многомерных коррелированных шумов, опирается на разложение Холецкого.

В MATLAB для генерации экспоненциально коррелированного шума используется: a = 0.95; x = filter(1, [1 -a], randn(N,1)); Точность генерации контролируется путем вычисления АКФ с помощью функции xcorr.

Метод формирующего фильтра является универсальным инструментом для синтеза коррелированных шумов. Проведенный анализ параметров АКФ позволяет целенаправленно управлять характеристиками генерируемых шумовых процессов. Представленные алгоритмы и их программные реализации являются ценным ресурсом при разработке помехоустойчивых систем связи и радиотехнических устройств.

Библиографический список

1. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. — М.: Радио и связь, 1982. — 624 с.
2. Kay S.M. Modern Spectral Estimation: Theory and Application. — Prentice Hall, 1988. — 543 p.
3. Hayes M.H. Statistical Digital Signal Processing and Modeling. — John Wiley & Sons, 1996. — 608 p.
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. — СПб.: Питер, 2006. — 608 с.

СЕКЦИЯ «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

МЕТОД МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ АДАПТИВНОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ОТ ДАТЧИКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УЗЛОВ ЖИЛЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Д.С. Васильев
Научный руководитель — В.Г. Андреев, д-р техн. наук, доцент

Современные системы мониторинга и управления инженерной инфраструктурой зданий и промышленных объектов основаны на использовании распределённых сетей датчиков, передающих информацию по радиоканалу. Радиотехнические сигналы, формируемые датчиками функциональных узлов (температуры, влажности, задымления, вибрации, утечки газа и др.), несут критически важные данные для обеспечения безопасности, энергоэффективности и комфорта. Вместе с тем условия распространения таких сигналов в жилых и производственных помещениях характеризуются высокой степенью нестационарности: многолучевость, интерференция, замирания, электромагнитные помехи от бытового и промышленного оборудования, а также изменение конфигурации отражающих поверхностей приводят к существенным искажениям принимаемых данных.

Целью данной работы является разработка и исследование методов и алгоритмов адаптивной обработки радиотехнических сигналов от датчиков функциональных узлов, обеспечивающих устойчивое выделение информативных параметров в условиях сложной и динамически изменяющейся помеховой обстановки, характерной для помещений различного назначения.

Рассмотрены основные группы методов обработки. Первая — классические линейные фильтры с фиксированными параметрами (полосовые, согласованные). Они просты в реализации, но их эффективность резко снижается при отклонении реальных характеристик сигнала и помехи от априорно заданных моделей. Вторая группа — алгоритмы адаптивной фильтрации, такие как LMS (Least Mean Square) и RLS (Recursive Least Squares). Данные методы позволяют в реальном времени подстраивать весовые коэффициенты фильтра, минимизируя среднеквадратическую ошибку и эффективно подавляя нестационарные помехи, однако требуют аккуратного выбора параметров сходимости. Третья группа — методы частотно-временного анализа и вейвлет-обработки, которые обеспечивают детальное представление сигнала в условиях резких изменений его структуры, но нуждаются в адаптивном выборе базиса и пороговых уровней. Четвёртая группа — интеллектуальные методы, основанные на машинном обучении (нейронные сети, ансамблевые алгоритмы), позволяющие классифицировать типы помеховой обстановки и автоматически выбирать или синтезировать оптимальную стратегию обработки.

Показано, что наиболее перспективными для задач мониторинга в условиях помещений являются гибридные алгоритмы, объединяющие адаптивную фильтрацию (для оперативного отслеживания изменений канала) с элементами вейвлет-пороговой обработки (для удаления импульсных и широкополосных шумов). Включение блоков оценки параметров помеховой обстановки на основе простых классификаторов дополнительно повышает робастность системы, позволяя

динамически менять параметры алгоритмов подавления помех в зависимости от текущей электромагнитной среды.

Полученные результаты могут быть использованы в задачах астрофизики, мониторинга космических объектов и системах обработки оптической информации. Перспективным направлением является развитие интеллектуальных методов обработки, включая применение алгоритмов машинного обучения для автоматической адаптации параметров анализа и повышения устойчивости к сложным видам шумов.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОСКОРОСТНЫХ ЦЕЛЕЙ

Ф.А. Ефимов
Научный руководитель – Белокуров В.А., д-р техн. наук, доцент

В современных радиолокационных системах селекция движущихся целей традиционно реализуется за счёт использования доплеровского различия между радиальными скоростями цели и источников пассивных помех. Однако при работе с малоскоростными объектами спектральное положение полезного сигнала смещается в область интенсивного спектра отражений от мешающих воздействий, что приводит к снижению вероятности обнаружения при использовании классических методов фильтрации.

Оптимальная обработка когерентной пачки импульсов при неизвестной доплеровской частоте предполагает каскадную структуру: согласованный фильтр для одиночных импульсов (СФОМ) — режекторный гребенчатый фильтр (РГФ), реализующий, как правило, чересперiодную компенсацию (ЧПК) — полосовой гребенчатый фильтр (ПГФ), выполняющий функцию синхронного накопления. При достаточной разности скоростей цели и помехи РГФ формирует глубокий провал в спектре мешающих отражений, сохраняя полезный сигнал.

В случае малоскоростных целей доплеровский сдвиг оказывается соизмерим с шириной спектра пассивной помехи. Моделирование показывает, что в спектре смеси «сигнал-помеха-шум» полезный пик маскируется интенсивными отражениями. При прохождении через стандартный режекторный фильтр подавляются не только помеховые компоненты, но и сигнал, отражённый от цели, что делает классическую схему селекции движущихся целей неэффективной для данного класса задач.

Для преодоления указанного ограничения в докладе предлагается переход от узкополосной режекции к адаптивным комбинированным методам обработки. Планируемое исследование включает два взаимосвязанных направления:

1. Разработка и анализ алгоритмов оценки отношения «помеха-шум» для точного описания статистических свойств отражений от пассивных помех.
2. Синтез и исследование комбинированной фильтровой структуры, объединяющей процедуры режектирования и обеления помехи.

Методология исследования базируется на математическом и имитационном моделировании спектров смеси на входе и выходе исследуемых фильтровых каскадов. Основная задача заключается в определении оптимальных конфигураций и весовых коэффициентов фильтров, обеспечивающих одновременное глубокое подавление мешающих отражений и максимизацию отношения «сигнал-шум» для малоскоростных целей.

УПРОЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ АДАПТАЦИИ ОБЕЛЯЮЩЕГО ФИЛЬТРА С ПЕРЕОПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМОЙ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ ОДНОРАНГОВОГО ОБНОВЛЕНИЯ

М.Д. Жилинский
Научный руководитель – Андреев В.Г., д-р техн. наук, доцент

В докладе рассматривается упрощенный метод получения вектора коэффициентов **w** КИХ-фильтра для последующей обработки радиосигнала, содержащего в своем составе коррелированные помехи, с учетом старших коэффициентов корреляции помех при ограниченном порядке фильтра. Известный метод получения весовых коэффициентов w_j такого фильтра порядка q заключается в решении переопределенной системы уравнений в виде автокорреляционной матрицы $\mathbf{R}_{\text{мп}}$ помехи размером $(q+1+C)(q+1)$, где C — мера переопределенности системы [1]. Решение переопределенной системы для получения вектора коэффициентов **w** имеет вид:

$$\mathbf{w} = (\mathbf{R}_{\text{мп}}^{+})\,\mathbf{i} = [(\mathbf{R}_{\text{мп}}^{\text{H}}\,\mathbf{R}_{\text{мп}})^{-1}\,\mathbf{R}_{\text{мп}}^{\text{H}}]\,\mathbf{i}, \qquad (1)$$

где $\mathbf{R}_{\text{мп}}^{+}$ — псевдообратная матрица (Мура–Пенроуза), $^{\text{H}}$ — знак эрмитова сопряжения, **i** — крайний левый вектор-столбец матрицы **I**.

Метод (1) требует значительных вычислительных затрат, так как количество операций, требуемых для вычисления матрицы $\mathbf{R}_{\text{мп}}^{+}$ размером $(q+1)\times(q+1)$, даже при условии того, что результат произведения $(\mathbf{R}_{\text{мп}}^{\text{H}}\,\mathbf{R}_{\text{мп}})$ является теплицевой эрмитовой матрицей и для нее существует метод Левинсона – Дербина быстрого обращения, количество операций в котором пропорционально $4(q+1)^2$, составляет С учетом оптимизации приблизительно $[(2q+5+2C)(q+1)^2 + (2q+1+2C)]$ математических операций. Однако в случае жестких временных ограничений эта методика также может не отвечать выдвигаемым требованиям, особенно в условиях нестационарной шумовой обстановки. Поэтому предлагается альтернативный путь решения данной проблемы, основанный на алгоритме однорангового обновления Шермана – Моррисона [2]. При этом производится дополнительное усреднение по N реализациям вектора входных отчетов $\mathbf{x}_n$, где $n = 0, 1, \ldots N-1$. С учетом этих замечаний выражение для расчета адаптированого вектора $\mathbf{w}_S = [w_{Sj}]$ примет вид:

$$\mathbf{w}_S = \mathbf{w} - \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}\frac{(\mathbf{x}_n)^{\text{H}}\mathbf{w}}{1+(\mathbf{x}_n)^{\text{H}}(\mathbf{R}_{\text{мп}}^{+})\mathbf{x}_n}(\mathbf{R}_{\text{мп}}^{+})\mathbf{x}_n \qquad (2)$$

Количество математических операций, затрачиваемых для вычисления вектора весовых коэфициентов $\mathbf{w}_S$ по формуле (2), пропорционально $[2N(q+1)(q+3)+2(q+1)]$, что при порядке фильтра q=5 и количестве усреднений $N = 10$ составит 972 математические операции. При этом на расчет коэффициентов фильтра того же порядка по формуле (1) для системы с мерой переопределенности системы $C = 10$ затрачивается 1291 математическая операция. При бóльших порядках фильтра q и при бóльших величинах параметра C преимущества предлагаемого метода будут еще выше.

Библиографический список

1. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Наука, 1988. 552 с.

2. Икрамов Х. Д., Матин фар. М. Пересчет нормальных псевдорешений при одноранговых модификациях матрицы // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2003. Т. 43. № 4. С. 493–505.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДОВ УМЕНЬШЕНИЯ УРОВНЯ БОКОВЫХ ЛЕПЕСТКОВ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ СИГНАЛОВ С БИНАРНОЙ ФАЗОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ НА ПОДНЕСУЩИХ ЧАСТОТАХ

В.И. Калинкин

Научный руководитель – Штрунова Е.С., канд. техн. наук, доцент

Фазоманипулированные сигналы с модуляцией на поднесущих частотах типа BOC нашли широкое применение в современных спутниковых радионавигационных системах благодаря высокой разрешающей способности по времени задержки. Их основным преимуществом по сравнению с BPSK-сигналами является более узкий главный лепесток автокорреляционной функции (АКФ), что повышает точность оценки псевдодальности. Увеличение отношения частоты поднесущей к частоте кодовой последовательности приводит к формированию выраженных боковых лепестков, вызывающих неоднозначность синхронизации и ложный захват сигнала [1–3].

В работе проведено исследование алгоритмических и структурных методов уменьшения уровня боковых лепестков АКФ BOC-сигналов. Основное внимание уделено алгоритму реконструкции корреляционной функции, реализуемому на приемной стороне без изменения структуры сигнала. Метод основан на формировании двух взаимных корреляционных функций с использованием локальных опорных сигналов, обладающих зеркальной симметрией относительно нулевой задержки с дальнейшей нелинейной комбинацией суммы и разности частичных корреляционных функций. Такая обработка обеспечивает взаимную компенсацию боковых лепестков при сохранении узкого центрального пика.

В работе выполнено сравнение предлагаемого метода с подходами на основе CBOC-сигналов и алгоритма SPSA. Показано, что методы структурной модификации сигнала позволяют частично снизить уровень боковых лепестков, однако сопровождаются усложнением передающей и приемной аппаратуры. Алгоритм SPSA обеспечивает гибкое управление формой корреляционной функции, но требует вычислительных затрат и предварительной настройки параметров оптимизации. Структурный метод не требует усложнения передающей аппаратуры.

Результаты моделирования для сигналов sinBOC(1,1), sinBOC(2,1), cosBOC(1,1) и cosBOC(2,1) показали, что реконструированная АКФ имеет единственный выраженный максимум в точке истинной задержки и не содержит побочных боковых лепестков. Это подтверждает эффективность метода для устранения неоднозначности синхронизации и возможность его применения в перспективных СРНС.

Библиографический список

1. Sun X., Song S., Ji Y., Gan X., Yan S., Jia X. An unambiguous synchronization scheme for GNSS BOC signals based on reconstructed correlation function // Sensors. 2021. Vol. 21, № 6. 22 с.

2. Ярлыков М.С., Ярлыкова С.М. Полные CBOC-сигналы и их энергетические спектры в спутниковых радионавигационных системах нового поколения // Новости навигации. 2014. № 4.

3. Chen H., Ren J., Jia W., Yao M. Simultaneous perturbation stochastic approximation for unambiguous acquisition in cosine-BOC signals // Radioengineering. 2013. Т. 22, № 2. С. 578–585.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛОВ В БОРТОВОЙ РЛС С НЕПРЕРЫВНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

О.А. Криминецкий

Научный руководитель – Белокуров В.А., д-р техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются основные параметры низкочастотных радиолокационных сигналов биений в РЛС с непрерывным (Н) частотно модулированным (ЧМ) сигналом, необходимые для проектирования усилителя указанных сигналов биений. Указываются требования, предъявляемые к усилителю как к части бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) летательного аппарата (ЛА). Рассматриваются различные схемотехнические решения, позволяющие выполнить требования, предъявляемые к усилителю; подробно описывается физическая реализация одного из рассматриваемых вариантов. Приводятся реальные осциллограммы входного и выходных сигналов, а также АЧХ.

Исходя из принципа работы РЛС с Н ЧМ сигналом, возможно определить минимальную $f_н$ и максимальную $f_в$ частоты сигнала биений, образующегося в смесителе и подаваемого на вход усилителя. Также исходя из основного уравнения радиолокации может быть показано, что при попадании в антенный луч множества целей с одинаковыми ЭПР, но разными дальностями, амплитуды соответствующих гармоник в спектре сигнала биений будут обратно пропорциональны квадрату своих частот, так что спектр будет быстро спадать в полосе частот. Выровнять спектр возможно, обеспечивая АЧХ усилителя вида $K=k\cdot F_б^2$, где $k=1/f_в^2$. В свою очередь, $F_б$ – мгновенная частота биений, а $f_в$ – наибольшая из возможных частот биений. Данная АЧХ соответствует ФВЧ с наклоном ЛАЧХ +40 дБ/дек. Также можно показать, что амплитуда гармоники пропорциональна корню из ЭПР, так что для эффективной оцифровки выходного сигнала усилителя последний должен иметь регулируемый коэффициент усиления. Для эффективной работы РЛС на борту движущегося ЛА следует предусмотреть возможность обнаружения целей только по их доплеровским частотам. Для этого ЧМ должна отключаться, а усилитель должен переключаться в режим с прямоугольной АЧХ, чтобы обеспечить правильную передачу амплитуд спектральных составляющих. При этом приветствуется малый коэффициент усиления в области малых доплеровских частот для подавления альтиметрового пика. С точки же зрения используемой элементной базы и, соответственно, применяемых схемотехнических решений, усилитель может быть реализован на дискретных элементах (например, биполярных транзисторах), на интегральных схемах общего

применения (малошумящие операционные усилители), или же на специализированных интегральных схемах (усилитель напряжения с регулируемым коэффициентом усиления). При разработке схемы необходимо иметь ввиду, что при работе СВЧ модуля на его выходе образуется паразитное гармоническое колебание, частота которого равна частоте модулирующего пилообразного напряжения, а амплитуда составляет приблизительно 0,6 мВ. Чтобы данное колебание не вводило в ограничение каскады усилителя, звенья ФВЧ в его составе должны располагаться как можно ближе ко входу. С точки же зрения конструкции усилителя необходимо обеспечивать тщательную экранировку всех цепей усилителя от внешних электромагнитных полей, могущих возникать при работе остальных блоков и узлов БРЭО ЛА. Также необходимо обеспечивать механическую прочность блока, чтобы он мог безотказно работать при воздействии вибраций и сильных сотрясений как в полёте, так и при посадке ЛА.

ВЕКТОРНАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЛЁГКОГО ЛЕТАЛЬНОГО АППАРАТА

А.А. Крюков
Научный руководитель – Андреев В.Г., д-р техн. наук, доцент

В докладе рассматривается задача повышения точности инерциальных навигационных систем (ИНС) лёгких летальных аппаратов в условиях вибрационных воздействий корпуса [1]. Экспериментальные данные были получены в ходе полунатурного эксперимента: записи вибраций выполнены в реальном полёте на мультикоптере среднего класса (полезная нагрузка — десятки килограммов) и произведён статистический анализ в автономном режиме. Главная проблемой является использование традиционных методов скалярной фильтрации, которые обрабатывают каналы акселерометрической триады независимо, игнорируя связь между осями, что снижает эффективность подавления коррелированных помех.

Цель работы — совершенствование методов обработки сигналов ИНС за счёт перехода к векторной многоканальной фильтрации. Предложен подход, основанный на использовании фильтра с матричными коэффициентами. Параметры такого фильтра рассчитываются на основе автоковариационной матрицы вибрационного процесса, благодаря чему можно реализовать процедуру обеления сигнала с учётом взаимной корреляции каналов. Математически это соответствует решению обобщённого уравнения Юла-Уолкера для векторной авторегрессионной модели, где минимизация дисперсии ошибки линейного предсказания эквивалентна снижению мощности возбуждающего шума.

В ходе статистического анализа экспериментальных данных было выявлено, что вибрационные ускорения имеют распределение, близкое к гауссовскому (подтверждено критерием χ^2 при уровне значимости $\square$=0,05), со среднеквадратическим отклонением 0,89—1,29 м/с^2 и максимальным пиковым значением 6,5 м/с^2. Спектральный анализ демонстрирует выраженные гармонические составляющие в диапазоне 100—200 Гц, что доказывает неслучайный характер помех. Ключевым результатом стал расчёт коэффициентов межканальной связи: Kxy$\square$0,59, Kxz$\square$0,83, Kyz$\square$0,91. Такая взаимозависимость сигналов по осям

триады обосновывает некорректность методов скалярной фильтрации и подтверждает использование методов векторной обработки.

Результат работы показывает, что учёт матричной структуры корреляционных связей позволяет сильно снизить разброс ошибок оценки ускорений, что важно для задач начальной выставки ИНС и поддержания точности в условиях автономного полёта без внешней спутниковой коррекции. Предложенный метод может быть установлен на борт лёгких БПЛА для повышения устойчивости автономной навигации. Перспективным направлением дальнейшего исследования будет адаптация алгоритма для работы в режиме реального времени и учёт нестационарных изменений вибрационного профиля.

1. Андреев В.Г., Жирков Е.А. Математическое моделирование радиотехнических процессов и вычислительный эксперимент: учебное пособие.— М.: КУРС, 2025.— 136 с.— ISBN 978-5-907535-62-6.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ВЕКТОРНЫХ СИГНАЛОВ ОТ ДАТЧИКОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ УЗЛАМИ ЖИЛЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

П.С. Никифоров
Научный руководитель - Андреев В. Г., д-р техн. наук, доцент

В условиях развития автоматизированных систем управления возрастает роль интеллектуальной обработки данных, поступающих от датчиков различного назначения. В современных жилых и промышленных помещениях широко применяются сенсорные системы, формирующие векторные сигналы, отражающие совокупность параметров среды и состояния оборудования. Обработка таких данных осложняется их многомерностью, наличием шумов и необходимостью принятия решений в режиме реального времени.

Целью работы является исследование и разработка методов моделирования, а также создание аппаратно-программных решений для эффективной обработки векторных сигналов с датчиков с последующим использованием результатов для управления функциональными элементами объектов. В рамках работы особое внимание уделяется вопросам повышения достоверности данных и устойчивости алгоритмов к внешним воздействиям.

В ходе исследования проанализированы существующие подходы к обработке сигналов. Базовые методы цифровой обработки позволяют снизить влияние случайных помех, однако не всегда обеспечивают требуемую точность при изменяющихся условиях. Методы многомерного анализа дают возможность учитывать взаимосвязи между компонентами сигналов, что повышает информативность обработки. Дополнительно рассмотрены адаптивные и интеллектуальные алгоритмы, позволяющие автоматически подстраиваться под характеристики входных данных.

Установлено, что наиболее перспективным является использование комбинированных решений, включающих предварительную фильтрацию,

нормализацию данных и применение адаптивных алгоритмов обработки. Реализация таких подходов в составе аппаратно-программных комплексов обеспечивает повышение точности интерпретации сигналов, устойчивость к помехам и снижение задержек при управлении.

Результаты работы могут быть использованы при разработке систем автоматизации зданий, промышленных контроллеров и интеллектуальных систем мониторинга. Дальнейшие исследования связаны с внедрением методов искусственного интеллекта и распределённых вычислений для повышения эффективности и автономности систем управления.

МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ЛОМБА–СКАРГЛА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОЦЕНОК СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ МОЩНОСТИ ЯРКОСТНОЙ МОДУЛЯЦИИ СВЕТОВЫХ ПОТОКОВ ОТ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А.С. Новиков
Научный руководитель – В.Г. Андреев, д-р техн. наук, доцент

Задача оценки спектральной плотности мощности по неравномерным наблюдениям актуальна для астрономии и инженерных приложений. В фотометрических рядах пропуски отсчетов обусловлены условиями наблюдения и ограничениями аппаратуры, а уровень шума может изменяться во времени. Это вызывает искажение спектра, появление паразитных максимумов и снижение точности оценки периодических составляющих. В работе рассматривается модификация метода Ломба–Скаргла [1] с учетом различной надежности отсчетов, определяемой отношением сигнал–шум и актуальностью данных во времени.

С.Л. Марпл отмечал, что методы статистики играют важную роль в спектральном анализе, поскольку сигналы, как правило, имеют шумовой или случайный характер [2]. Для неравномерных астрономических наблюдений это положение имеет принципиальное значение. Метод Ломба–Скаргла позволяет оценивать спектральную мощность без перехода к равномерной временной сетке, однако в стандартной постановке все наблюдения считаются равноценными.

Для повышения точности введена диагональная матрица весов $\boldsymbol{W}$, формируемая по правилу:

$$w_k = w_{k_{SNR}} \cdot w_{k_{time}}, \qquad \boldsymbol{W} = \mathrm{diag}(w_0, \dots, w_{K-1}).$$

Параметры гармонической модели определяются из взвешенной задачи наименьших квадратов:

$$a(f) = (\boldsymbol{\Phi}(f)^T \boldsymbol{W}^2 \boldsymbol{\Phi}(f) + \lambda I)^{-1} \boldsymbol{\Phi}(f)^T \boldsymbol{W}^2 x$$

где $\boldsymbol{\Phi}(f)$ содержит синусную и косинусную составляющие на пробной частоте, x — вектор наблюдений, λ — параметр регуляризации.

Веса, учитывающие отношение сигнал-шум, уменьшают вклад отсчетов с высоким уровнем шума. Веса, учитывающие актуальность временных отсчетов, отражают степень актуальности данных: при изменении характеристик процесса вклад более ранних отсчетов ослабляется. Комбинированное взвешивание особенно эффективно при анализе нестационарных рядов.

Экспериментальная проверка выполнялась на модельном ряде длиной $N = 800$ отсчетов при частотной сетке $L = 1024$; после формирования неравномерной выборки было удалено 210 отсчетов. Качество оценки определялось по среднеквадратичному отклонению относительно контрольного спектра. Установлено, что метод Ломба–Скаргла превосходит классическую периодограмму, а введение весов дополнительно уменьшает число паразитных максимумов и приближает форму спектра к контрольной. Выигрыш метода Ломба–Скаргла составил 132,34%, модифицированного варианта — 188,19%.

Таким образом, введение взвешивания повышает точность спектральной оценки для неравномерных и зашумленных наблюдений.

Библиографический список

1. Scargle J.D. Studies in astronomical time series analysis. II. Statistical aspects of spectral analysis of unevenly spaced data // The Astrophysical Journal. 1982. Vol. 263. P. 835–853.

2. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения / С.Л. Марпл-мл.; пер. с англ. О.И. Хабарова, Г.А. Сидоровой; под ред. И.С. Рыжака. М.: Мир, 1990. 584 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОШИБОК ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ДАТЧИКА ADIS16400

М.Ю. Рогачев

Научный руководитель – Белокуров В.А., д-р техн. наук, доцент

В работе рассмотрена модель инерциальной системы, реализованная в MatLab для объекта, движущегося равномерно по меридиану при заданных широте, долготе и высоте. В модели выполняется переход из географической системы координат в связанную, после чего формируются выходные сигналы инерциальных датчиков: кажущиеся ускорения акселерометров и угловые скорости гироскопов [1-2].

Основное внимание уделено двум видам ошибок датчиков: смещению нуля и дрейфу нуля. Смещение нуля моделируется как постоянная случайная добавка к выходу каждого канала датчика на всем интервале моделирования. Для ADIS16400 типовые значения начальной ошибки смещения составляют порядка ±3 °/с для гироскопов и ±50 mg для акселерометров [3]. Наличие такой ошибки приводит к искажению измерений: в гироскопах она вызывает накопление ошибки угла, а в акселерометрах – ложное ускорение, которое переходит в ошибку скорости.

Дрейф нуля в работе задается односвязным марковским процессом первого порядка с экспоненциальной корреляционной функцией:

$$k(i-j) = \sigma^2 e^{-\alpha|i-j|}.$$

Данный подход позволяет описать медленно меняющуюся во времени составляющую ошибки, характерную для реальных датчиков. Для ADIS16400 в качестве характерных уровней дрейфа использованы значения in-run bias stability: 0,007 °/с для гироскопа и 0,2 mg для акселерометра [3]. В отличие от постоянного

смещения, дрейф нуля не просто сдвигает показания акселерометра и гироскопа, а вызывает их медленное блуждание.

Для моделирования в модель был добавлен белый шум. Так же были введены параметры Angular Random Walk, равный 2.0 °/√ч для гироскопов и Velocity Random Walk, равный 0.2 м/с/√ч для акселерометров. Частота дискретизации равна 819,2 Гц.

Итог моделирования показывает, что смещение нуля определяет систематическую составляющую ошибки и вызывает накопление ошибки показаний датчиков, тогда как дрейф нуля формирует сдвиг показаний акселерометра и гироскопа. Также были измерены параметры Angular Random Walk и Velocity Random Walk для разработанной модели. Они различаются на 0,00043 °/√ч для гироскопа и 0,000067 м/с/√ч для акселерометра. Таким образом, построенная модель позволяет воспроизводить типовые выходные сигналы инерциальной навигационной системы и оценивать влияние реальных ошибок датчиков на точность измерения выходных параметров и форму вариаций Аллана.

Библиографический список

1. Матвеев В.В., Распопов В.Я. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. – Санкт-Петербург: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009. – 280 с.

2. Titterton D.H., Weston J.L. Strapdown Inertial Navigation Technology, Institution of Engineering and Technology, Stevenage, UK, 2004.

3. Triaxial Inertial Sensor with Magnetometer. Analog Devices : ADIS16400/ADIS16405. – 2009. – 20 p.

РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ РЕШЕНИЙ ОБРАЩЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ МАТРИЦ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ИХ ОБЕЛЕНИЯ

Д.В. Скрипкин
Научный руководитель – В.Г. Андреев, д-р техн. наук, доцент

В докладе рассматривается проблема плохой обусловленности корреляционных матриц при обработке радиотехнических сигналов. Она приводит к значительным ошибкам, снижению эффективности подавления помех и ухудшению качества обеления сигналов при обращении матрицы, что критично для современных систем связи и радиолокации.

Для решения этой проблемы в работе изучается использование методов регуляризации. Классическая регуляризация Тихонова стабилизирует решение введением дополнительного параметра. Его оптимальное значение может определяться с помощью L-кривой или метода обобщенной перекрестной проверки (GCV). Регуляризация через сингулярное разложение (SVD) обеспечивает устойчивость за счет отбрасывания малых сингулярных чисел. Однако данные подходы обладают высокой вычислительной сложностью, что ограничивает их применение в реальном времени.

В качестве альтернативы в работе исследуются быстрые алгоритмы, учитывающие структурные свойства теплицевых корреляционных матриц: алгоритм

Левинсона–Дербина и метод многомасштабных дополнений Шура. Данные алгоритмы используют рекуррентные процедуры и блочное разбиение, что позволяет снизить вычислительную сложность и повысить скорость обработки без потери точности.

В результате было получено, что быстрые алгоритмы обеспечивают значительное преимущество по скорости вычислений. Подтверждено, что алгоритмы Левинсона–Дербина и Шура показывают идентичные результаты по качеству подавления помех. При малых размерностях матриц метод дополнений Шура показывает несколько лучшие временные характеристики, однако при увеличении размерности задачи преимущество по скорости вычислений переходит к методу Левинсона–Дёрбина. При этом алгоритм Шура позволяет организовать параллельные вычисления.

Проведенный анализ показал, что использование быстрых алгоритмов позволяет добиться улучшения характеристик обнаружения сигналов на фоне помех по сравнению с классическими методами регуляризации. Кроме того, данные методы демонстрируют высокую стабильность результатов.

Был сделан вывод, что для систем реального времени с большими размерами обрабатываемых матриц наиболее предпочтительным является применение метода Левинсона–Дербина. Применение быстрых алгоритмов позволяет одновременно повысить устойчивость решения, снизить вычислительные затраты и улучшить качество обеления помех.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ВЕКТОРНЫХ СИГНАЛОВ ОТ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ НАЛИЧИИ СТОХАСТИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Н.И. Стеничкин
Научный руководитель - Андреев В. Г., д-р техн. наук, профессор

Современные инерциальные навигационные системы (ИНС) являются основным средством автономного определения параметров движения подвижных объектов в условиях отсутствия или подавления спутниковых сигналов. Векторные сигналы, поступающие от трёхосевых акселерометров и гироскопов, подвержены воздействию стохастических возмущений различной природы: белого и цветного шума, случайных дрейфов, температурных зависимостей и перекрестных связей между осями.

Целью работы является разработка и экспериментальная апробация методов цифровой обработки векторных сигналов MEMS-инерциальных измерительных модулей в условиях действия стохастических возмущений.

В качестве источника реальных данных использовался высокопроизводительный 6-осевой MEMS-датчик SCHA63T-K03. Для съёма и первичной обработки сигналов была разработана экспериментальная установка на базе микроконтроллера STM32 с передачей данных по USB в специально созданное Qt-приложение для визуализации.

Предложен и реализован алгоритм обработки, включающий полную инициализацию датчика по SPI-интерфейсу, калибровку постоянного смещения гироскопов в статическом режиме с использованием низкочастотного фильтра,

вычитание рассчитанного смещения и передачу очищенных векторных данных (6 каналов) в реальном времени.

Экспериментальные исследования, проведённые в статическом режиме, показали, что применение предложенной калибровки позволяет существенно снизить постоянную составляющую ошибки гироскопов. Сигналы после обработки имеют среднее значение, близкое к нулю, что значительно уменьшает скорость накопления навигационных ошибок при последующем интегрировании.

Результаты работы подтверждают эффективность даже относительно простых методов предварительной цифровой обработки для снижения влияния стохастических возмущений в векторных сигналах инерциальных систем.

Предложенный подход может быть использован в бортовых инерциальных навигационных системах беспилотных летательных аппаратов, наземных и морских автономных комплексов при длительном отсутствии внешней коррекции.

В дальнейшем планируется развитие алгоритма в направлении адаптивной и робастной фильтрации векторных сигналов, а также проведение испытаний в динамических режимах движения.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ НЕЛИНЕЙНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА СИГНАЛОВ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНИВАНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИХОДА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

Тон Куок Фонг
Научный руководитель – Штрунова Е.С., канд. техн. наук

Оценивание направления прихода радиоизлучения представляет собой важную задачу пространственной обработки, широко применяемую в радиотехнических системах различного назначения и реализуемую в антенных решётках разнообразной конфигурации [1]. Современные методы анализа в данной области в частично степени опираются на спектральные подходы, среди которых особое место занимает алгоритм MUSIC, отличающийся высокой разрешающей способностью и устойчивостью к шумам.

В классических моделях обычно предполагается, что наблюдаемые сигналы имеют нулевое математическое ожидание. Однако в реальных измерительных системах это условие часто нарушается вследствие аппаратных смещений приёмных трактов, ошибок калибровки или сильных постоянных составляющей сигнала. Подобное отклонение приводит к искажению статистической структуры входных данных, что, в свою очередь, влияет на точность методов, основанных на разложении по собственным значениям [2].

Рассматриваемая задача формулируется для линейной антенной решётки, принимающей узкополосные сигналы от двух источников. Предполагается, что сигналы являются стационарными случайными процессами с гауссовским распределением, а шум носит аддитивный характер с отличным от нуля среднее значение.

Анализ показывает, что наличие ненулевого среднего приводит к появлению дополнительной составляющей в корреляционной матрице наблюдений. Это вызывает возникновение доминирующего собственного значения, которое не связано с реальными источниками излучения. В результате нарушается корректное

разделение сигнального и шумового подпространств, являющееся ключевым этапом алгоритма MUSIC. Как следствие, в спектре появляются ложные или смещённые пики, а истинные направления могут оцениваться с заметной погрешностью. Для уменьшения влияния указанного эффекта целесообразно использовать ковариационную матрицу, формируемую после вычитания среднего значения из исходных данных. Такой подход позволяет устранить постоянную компоненту и восстановить корректную структуру собственных значений.

Результаты имитационного моделирования подтверждают теоретические выводы. Установлено, что при использовании корреляционной матрицы наблюдается расширение спектральных максимумов и увеличение ошибки оценивания. В то же время применение ковариационной матрицы обеспечивает стабильные и более точные результаты, практически не зависящие от наличия постоянной составляющей. Дополнительно показано, что дисперсия оценок в этом случае приближается к нижней теоретической границе, определяемой неравенством Крамера–Рао.

Библиографический список

1. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию: пер. с англ. под ред. В.А. Лексаченко. М.: Радио и связь, 1986. - 446 с.

2. Van Trees H.L. Optimum Array Processing: Part IV of Detection, Estimation and Modulation Theory. - N.Y.: Wiley-Interscience, 2002. - 1470 с.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЯРКОСТНО-МОДУЛИРОВАННЫХ ОПТИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА АСТРОНОМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕТОВЫХ ШУМОВ

Д.Ю. Хромов

Научный руководитель - Андреев В. Г., д-р техн. наук, доцент

Современные методы оптических наблюдений астрономических объектов позволяют получать высокоточные данные о вариациях их яркости, которые несут информацию о физических характеристиках объектов, включая параметры вращения, форму и отражательные свойства. Однако существенным ограничивающим фактором является наличие световых шумов различной природы, включая атмосферные искажения, фоновую засветку и шумы фотоприёмной аппаратуры.

Целью данной работы является разработка и анализ методов спектральной обработки яркостно-модулированных сигналов, обеспечивающих повышение точности выделения информативных компонент в условиях низкого отношения сигнал-шум. Особое внимание уделяется задачам обработки нестационарных и квазипериодических сигналов.

Рассмотрены основные подходы к спектральному анализу. Первый — классические методы на основе преобразования Фурье, обеспечивающие высокое частотное разрешение, но чувствительные к шумам и нестационарности сигналов. Второй — методы временно-частотного анализа, включая вейвлет-преобразование, позволяющие выявлять локальные особенности сигнала, однако требующие сложной настройки параметров. Третий — адаптивные и комбинированные методы,

основанные на предварительной фильтрации, декомпозиции сигнала и последующем спектральном анализе.

Показано, что наиболее эффективными являются гибридные методы, сочетающие адаптивное подавление шумов и многомасштабный анализ сигнала. Такие подходы обеспечивают повышение отношения сигнал-шум, устойчивость к нестационарным помехам и улучшение точности восстановления спектральных характеристик.

Полученные результаты могут быть использованы в задачах астрофизики, мониторинга космических объектов и системах обработки оптической информации. Перспективным направлением является развитие интеллектуальных методов обработки, включая применение алгоритмов машинного обучения для автоматической адаптации параметров анализа и повышения устойчивости к сложным видам шумов.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОМПЕНСАЦИИ АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ В РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Н.Д. Чесноков
Научный руководитель – Штрунова Е.С., канд. техн. наук

Возможность радиолокационной системы (РЛС) одновременно обнаруживать/сопровождать большое количество целей достигается использованием фазированных антенных решеток (ФАР) и средств цифровой обработки сигналов. В условиях радиопротиводействия радиолокационное наблюдение значительно затрудняется. К универсальному виду маскирующих активных помех относятся шумовые помехи (ШП). Увеличение энергетического потенциала станций постановки помех за счет применения ФАР позволяет эффективно применять ШП, действующие из вынесенной точки пространства.

Среди множества методов защиты РЛС от данного вида помех особое место занимают подходы, основанные на пространственной компенсации. При параметрической априорной неопределенности помеховой обстановки применяют адаптацию ФАР, результатом которой является сформированные нули диаграммы направленности (ДН) ФАР в направлении прихода ШП. При этом ДН ФАР зависит от вида распределения напряженности электромагнитного поля, формирование которого осуществляется с помощью подбора весовых коэффициентов (ВК) передачи элементарных излучателей [1, 2].

Адаптивные пространственные алгоритмы разделяют на две группы: рекурсивные и прямые [1]. При этом меньшее время переходного процесса имеют прямые алгоритмы: алгоритм непосредственного обращения межканальной корреляционной матрицы (МКМ) помехи, алгоритм рекуррентного обращения, алгоритм последовательной декорреляции помехи [1, 2]. В адаптивных алгоритмах, основанных на прямом обращении выборочной МКМ и рекуррентном оценивании обратной МКМ, в регуляризованных и проекционных [2] алгоритмах, определение оценки ВК основано на предварительном нахождении выборочной МКМ или обратной МКМ. Таким образом, время адаптации ФАР определяется временем оценки МКМ АШП, временем определения ВК и установления новых значений ВК.

В связи с изменением параметров помеховой обстановки ВК должен постоянно обновляться. В условиях нестационарной помеховой обстановки возникает необходимость в сокращении времени вычисления ВК. Одним из методов уменьшения влияния данного недостатка является применение алгоритмов формирования расширенных нулей ДН в направлении действия ШП. К недостаткам данных алгоритмов относится снижение глубины формируемого нуля при увеличении ширины зоны подавления АШП, а при действии АШП по ближним боковым лепесткам может произойти подавление сигнала, отраженного от цели [3].

Библиографический список

1. Van Trees H.L. Optimum Array Processing: Part IV of Detection, Estimation and Modulation Theory. - N.Y.: Wiley-Interscience, 2002. - 1470 с.
2. Ратынский М.В. Адаптация и сверхразрешение в антенных решетках. М.: Радио и связь, 2003. - 200 с.
3. Нечаев Ю.Б., Борисов Д.Н., Пешков И.В. Алгоритм формирования диаграммы направленности кольцевой антенной решетки, устойчивый к многолучевому распространению и нестационарным источникам помех. // Радиоэлектроника. 2011. Т.54. №11. С. 26-34.

СЕКЦИЯ «БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И УСТРОЙСТВАХ »

АНАЛИЗ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В MIMO КАНАЛАХ С КОРРЕЛИРОВАННЫМИ КАНАЛЬНЫМИ МАТРИЦАМИ

В.Д. Фам
Научный руководитель – Паршин Ю.Н., д-р техн. наук, профессор

В докладе рассмотрена проблема анализ помехоустойчивых алгоритмов обработки сигналов в MIMO системах в условиях пространственно коррелированных многолучевых помех. Основной задачей является изучение влияния корреляции канальных матриц на вероятность битовой ошибки [1].

Рассмотрена система MIMO, включающая N_{TX} передающих антенн на передающей стороне, N_{RX} приёмных антенн на приёмной стороне и M источников помех [1]. Сигнал на выходе приёмной антенной системы представляется в виде: $\underline{\mathbf{Y}} = \underline{\mathbf{H}}\underline{\mathbf{S}} + \underline{\mathbf{Z}}$, где $\underline{\mathbf{Y}}$ – вектор наблюдаемого сигнала на выходе элементов приёмной антенны, $\underline{\mathbf{S}}$ – вектор-столбец передаваемых символов, $\underline{\mathbf{Z}} = \left\{\underline{z}_1, \ldots, \underline{z}_{N_{\text{RX}}}\right\}$ – вектор-столбец помехи; $\underline{\mathbf{H}}$ – матрица коэффициентов передачи сигнала. С целью подавления пространственно-коррелированных помех применена линейная обработка на основе матричной фильтрации $\tilde{\underline{\mathbf{Y}}} = \underline{\mathbf{W}}\underline{\mathbf{Y}}$, параметры которой синтезируются исходя из критерия декорреляции помеховых сигналов $\underline{\mathbf{W}} = \sqrt{P_{\text{Ш}}}\left[\text{Chol}(\underline{\mathbf{R}}_V)\right]^{-1}$ [2].

В основе алгоритма минимума среднеквадратической ошибки (МСКО) лежит критерий минимизации среднеквадратической ошибки при оценке вектора информационных символов $\hat{\underline{\mathbf{S}}}_{\text{МСКО}}$. Для этого необходимо найти матрицу коэффициентов $\underline{\mathbf{W}}_{\text{МСКО}} = (\underline{\mathbf{H}}^{\text{H}}\underline{\mathbf{H}} + \sigma_n^2\mathbf{I})^{-1}\underline{\mathbf{H}}^{\text{H}}$. Тогда оценка переданных информационных символов $\hat{\underline{\mathbf{S}}}_{\text{МСКО}}$ находится следующим линейным преобразованием: $\hat{\underline{\mathbf{S}}}_{\text{МСКО}} = \underline{\mathbf{W}}_{\text{МСКО}}\tilde{\underline{\mathbf{Y}}}$ [3].

Вероятность битовой ошибки $P_{\text{ОШ}}$ определена как доля ошибочных битов в общем объёме переданных данных и рассчитывается путём сравнения принятой и переданной битовых последовательностей $P_{\text{ОШ}} \approx \frac{N_{\text{ОШ}}}{N_{bit}}$, где $N_{\text{ОШ}}$ – число бит, полученных с ошибкой; N_{bit} – общее число полученных бит.

По результатам моделирования установлено, что вероятность битовой ошибки MIMO системы немонотонно зависит от коэффициента Райса для сигнала, увеличивается при увеличении коэффициента Райса для сигнала. Наоборот, показатель вероятность битовой ошибки снижается по мере увеличения отношения сигнал - шум. Полученные результаты могут быть использованы для анализа и оптимизации эффективности систем передачи информации.

Библиографический список

1. Паршин Ю.Н., Фам В.Д. Влияние корреляции канальных матриц на пропускную способность MIMO системы при действии многолучевых помех // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2025. № 93. С. 31-40.
2. Паршин Ю.Н. Пространственно-временная обработка сигналов и компенсация помех. М.: КУРС, 2021. – 200 с.
3. Бакулин М. Г., Варукина Л. А., Крейнделин В. Б. Технология MIMO: принципы и алгоритмы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 244 с

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ВЧ-РАДИОСИГНАЛА ПО РАДИОФОТОННОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ

Е.А. Сердюков
Научный руководитель – Е.В. Васильев, канд. техн. наук, доцент

В данной работе исследуется прохождение высокочастотного радиосигнала по радиофотонной линии связи. Структурная схема используемого лабораторного макета для проведения исследовательской работы представлена ниже (рисунок).

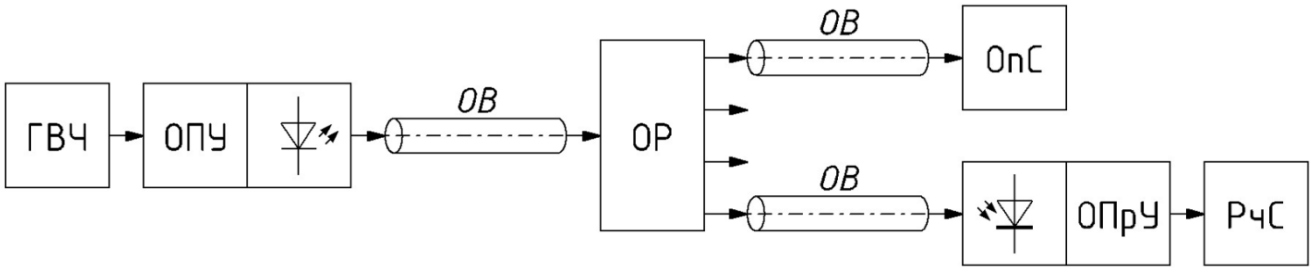


Рисунок – Структурная схема макета радиофотонной линии связи

В состав лабораторного макета входят: ГВЧ – генератор высокочастотный; ОПУ – оптическое передающее устройство; ОВ – оптоволокно; ОР – оптический разветвитель; ОпС – оптический спектрометр; ОПрУ – оптическое приёмное устройство; РчС – радиочастотный спектрометр.

Гармонический сигнал с частотой 200 МГц подаётся на ОПУ, где модулирует по амплитуде оптическое излучение лазерного источника. Оптическое излучение, прошедшее через отрезок ОВ и ОР в равных пропорциях (по 25%) подаётся на ОПрУ и ОпС. С выхода ОПрУ сигнал передаётся на РчС. Аттенюатор ОПУ на время эксперимента был выключен, чтобы установка уровня входного сигнала лазера производилась при помощи усилителя встроенного в ГВЧ.

При снятии спектрограммы выяснилось, что с увеличением амплитуды входного сигнала лазера усиливаются нелинейные искажения полезного сигнала, которые проявляются в виде появления гармоник кратных основной частоте. Схема преобразователя напряжение-ток с нагрузкой в виде лазерного диода, представляет собой, по сути, схему эквивалентную простейшему амплитудному модулятору, собранному на диоде. В области больших сигналов рабочая точка полупроводникового прибора покидает линейный раствор (участок) вольт-амперных характеристик, что приводит к смене режима работы прибора (диод начинает

работать как ограничитель входного сигнала). Во временной области можно наблюдать так называемый «срез» гармонического колебания (режим работы с большим углом отсечки тока), который и приводит к появлению кратных гармоник. При помощи дополнительного ОР подключенного между отрезком ОВ и ОПрУ удалось снизить (на 75%) уровень сигнала поступающего на приёмник. На спектрограмме изменений замечено не было, что указывает на нормальный режим работы фотодиода (без насыщения) и непричастность ОПрУ к появлению искажений. При установке сравнительно малого входного сигнала уровень нелинейных искажений находится в пределах допустимой нормы.

Обобщив всё вышесказанное можно сделать вывод о том, что в радиофотонных линиях связи большое внимание уделяется режиму работы лазерного источника, а так же установке уровня входного сигнала ОПУ.

АНАЛИЗ ОШИБКИ УГЛА СТАБИЛИЗАЦИИ БЕСПИЛОТНОГО АППАРАТА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ФИЛЬТРА

О.А. Стафоркин
Научный руководитель – Ксендзов А.В., канд. техн. наук, доцент

В данной работе исследуется изменение характера дрейфа угла при применении комплементарной фильтрации к показаниям гироскопа и акселерометра. Структурная схема обработки показаний датчиков представлена ниже (рисунок).

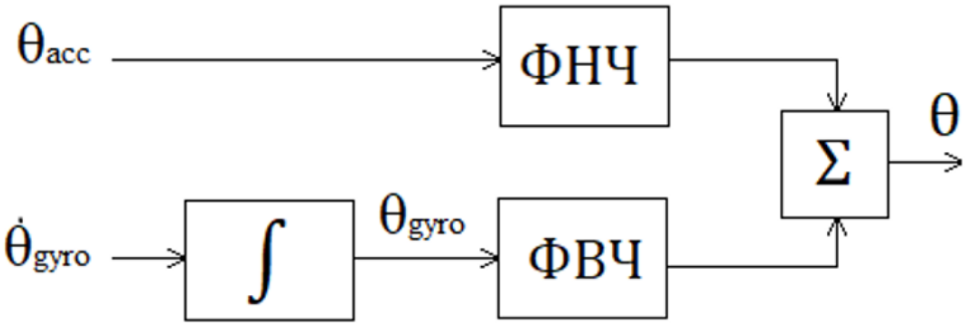


Рисунок – структурная схема обработки показаний датчиков

Суть комплементарного фильтра состоит в том, что значения углов, рассчитанные исходя из показаний акселерометра θ_{acc} поступают на ФНЧ, параллельно каналу акселерометра значения углов, рассчитанные исходя из показаний гироскопа θ_{gyro} поступают на ФВЧ. Сигналы с выходов обоих фильтров суммируются и на выходе получается новая оценка угла θ. Фильтры ФНЧ и ФВЧ при этом являются симметричными, то есть имеют одинаковую частоту среза, которая задаётся через коэффициент. В цифровом виде обработка имеет вид (1)

$$\theta(n) = \alpha \cdot \theta_{acc}(n) + (1 - \alpha) \cdot (\theta(n-1) + \theta_{gyro}(n)) \quad (1)$$

В ходе исследования были построены гистограммы распределения угла θ, при использовании различных коэффициентов комплементарного фильтра. При установке коэффициента, равного 1, значение $\theta=\theta_{acc,}$ а гистограмма распределения соответствует гауссовскому закону распределения. Для коэффициента, равного 0, значение $\theta=\theta_{gyro}$, гистограмма распределения при длительном наблюдении (порядка

одной минуты) в этом случае приобретает вид распределения по экспоненциальному закону, так как математическое ожидание θ_{gyro} дрейфует с течением времени. При увеличении времени наблюдения закон распределения остаётся прежним, но расширяется диапазон значений пропорционально квадрату времени наблюдения t^2. При взятии промежуточных значений коэффициента , гистограмма распределения угла так же имеет вид экспоненциального распределения, однако диапазон значений пропорционален времени наблюдения t. Также диапазон значений пропорционален коэффициенту. Результаты данной работы позволяют оценить эффективность применения комплементарного фильтра в целях борьбы с дрейфом угла гироскопа. Однако показания акселерометра обычно являются значительно более зашумлёнными, чем показания гироскопа, так что проблема выбора оптимального требует дополнительного исследования.

АЛГОРИТМЫ ПИД РЕГУЛЯТОРА МЕТОДОМ ЦИГЛЕРА-НИКОЛЬСА

А.А. Тереханов.
Научный руководитель - Ксендзов А.В., канд. техн, наук, доцент.

Актуальность

Метод Циглера-Никольса по-прежнему актуален благодаря простоте и возможности быстро получить начальные настройки ПИД-регулятора без сложных расчётов [1, 2]. В 2026 году этот метод остаётся популярным инструментом для быстрой настройки и обучения, однако современные задачи всё чаще требуют более точных и адаптивных подходов.

Задачи

Целью данной статьи является изучение алгоритма ПИД регулятора методом Циглера-Никольса.

Принцип работы метода

Шаг 1. Коэффициенты интегральной, пропорциональной и дифференциальной составляющих выставляются в 0.

Шаг 2. Плавно увеличиваем Kp до появления незатухающих колебаний.

Шаг 3. Значения Kp, при котором они появились, фиксируется как Kp1.

Шаг 4. Замеряется период колебаний системы в секундах T.

Шаг 5. Подставляем значения в таблицу 1 и получаем итоговые коэффициенты.

Управляющий сигнал: output = P * Kp + I * Ki + D * Kd;

Регулятор	Kp	Ki	Kd
P	`0.5 * Kp1`		
PI	`0.45 * Kp1`	`0.54 * Kp1 / T`	
PID	`0.6 * Kp1`	`1.2 * Kp1 / T`	`0.075 * Kp1 * T`

Таблица 1 – Коэффициеты

Вывод

Несмотря на появление более современных методов, метод Циглера-Никольса по-прежнему широко используется благодаря своей простоте и эффективности для быстрой настройки. Однако для сложных и ответственных систем его результаты требуют дополнительной проверки и оптимизации.

Библиографический список

1. AlexGyver Technologies. ПИД регулятор [Электронный ресурс]: https://alexgyver.ru/lessons/pid. Дата обращения: 27.12.2025.

2. Александров А. Г., Паленов М. В. Состояние и перспективы развития адаптивных ПИД регуляторов в технических системах // Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ MIMO СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

А.А. Титов

Научный руководитель – Паршин Ю.Н., д-р техн. наук, профессор

В работе проводится экспериментальное исследование Multiple-Input-Multiple-Output (MIMO) системы передачи информации в конфигурации Multiple-Input-Single-Output (MISO), результаты которого сопоставляются с показателями одноканальной Single-Input-Single-Output (SISO) системы. Основная цель заключается в экспериментальной оценке эффективности использования укороченной передающей антенны и ее влияния на параметры MISO системы передачи информации.

Экспериментальное исследование проводится на разработанном стенде для испытаний MIMO систем связи на базе аппаратно-программируемого радиомодуля USRP X300. Для реализации конфигурации MISO используется пространственно-временное блочное кодирование Аламоути [1, 2, 3]. Оценивание канальных коэффициентов, необходимых для декодирования принятого сигнала, проводится с помощью ортогональной тестовой последовательности, полученной на основе матриц Адамара [4].

Рассчитаны и спроектированы спиральные антенны стандартной и укороченной длины. Тестирование изготовленных образцов антенн с использованием СВЧ-анализатора цепей позволило определить их основные параметры и сопоставить с расчетными.

Критерием оценки эффективности использования укороченной передающей антенны является вероятность битовой ошибки. В ходе экспериментального исследования установлено, что использование конфигурации MISO с антеннами стандартной длины обеспечивает снижение вероятности битовой ошибки по сравнению с SISO системой, что подтверждает эффективность пространственно-временного кодирования и разнесения сигналов. Применение укороченной антенны в MISO системе приводит к росту вероятности битовой ошибки и при достижении определенной критически малой длины антенны превышает уровень вероятности битовой ошибки SISO системы. Вместе с тем MISO система даже с укороченной антенной менее чувствительна к динамическим изменениям канала связи, чем SISO система.

Проведенное экспериментальное исследование позволило оценить параметры MIMO системы передачи информации, а также эффективность MISO конфигурации с укороченной передающей антенной.

Библиографический список

1. Alamouti S.M. A simple transmit diversity technique for wireless communication / S.M. Alamouti // IEEE Journal on select areas in communications. – 1998.–Vol.16, № 8. – P. 1451-1458.

2. Титов, А.А. Эффективность MIMO модема передачи навигационных поправок с укороченной антенной / А.А. Титов // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2025 [текст]: сб. тр. VIII междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.1. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2025. – С. 135-140.

3. Титов, А.А. Эффективность применения укороченной антенны в MIMO системе передачи навигационных поправок / А.А. Титов // Сборник материалов XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях» НИТ-2024 Рязанского государственного радиотехнического университета имени В.Ф. Уткина, 2024.– С. 161-162.

4. Паршин, Ю. Н. Пространственно-временная обработка сигналов и компенсация помех: учеб. пособие / Ю. Н. Паршин. – Москва: КУРС, 2023. – 200 с.

АЛГОРИТМ МАРШРУТИЗАЦИИ В БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ ПРИ НАЛИЧИИ ПОТЕРЬ СИГНАЛА И ПРЕПЯТСТВИЙ

Д.Д. Чубов
Научный руководитель - Паршин А.Ю., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается проблема постройки маршрута передачи сигнала в беспроводной сенсорной сети при наличии потерь сигнала и препятствий в виде лесного массива. Мною используется модель распростарнения сигнала в свободном простарнстве и в лесном массиве.

Модель распространения сигнала в свободном пространстве

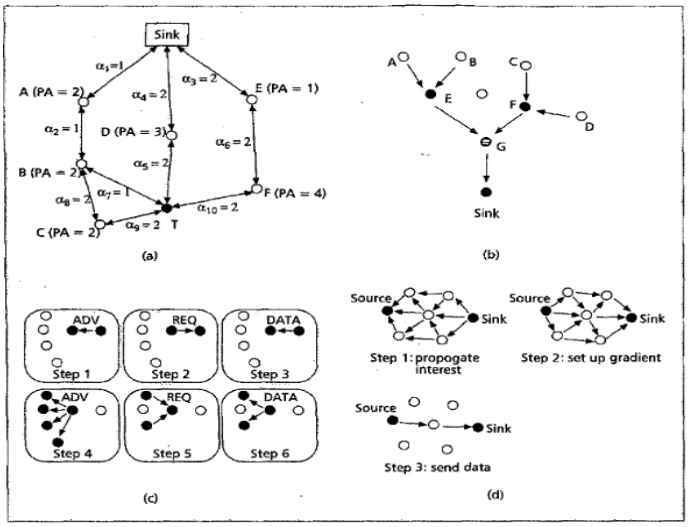
Это простейшая математическая модель, которая используется для расчёта мощности принимаемого сигнала в условиях прямой видимости между передающей и приёмной антеннами. Она является эталонной при анализе распространения радиоволн на различных трассах.

В моделировании используеться выражение L = 32.4 + $20\log(f) + 20\log(d)$, которое используется для расчета потерь при распространении сигнала в свободном пространстве.

Модель распространения сигнала в лесном массиве

Это математическое или физическое представление того, как электромагнитные волны (например, радиоволны) взаимодействуют с неоднородной структурой леса. Лес рассматривается как гетерогенная среда, состоящая из основной среды (атмосферы) и случайно распределённых растительных элементов (листья, ветви, стволы). Такие модели учитывают такие явления, как отражение, преломление, рассеяние, дифракция и затухание волн.

В моделировании используется выражение L = $\alpha * \frac{\log d}{k}$, которое используется для расчета потерь при распространении сигнала в лесном массиве.



Маршрут с минимальным потреблением энергии (ME). Маршрут, который потребляет минимум энергии для передачи пакетов данных между приемником и сенсорным узлом, маршрут 1 - это маршрут с ME, так как в нем самое минимальное потребеление энергии □ = 3.

Маршрут с минимальным количеством скачков (MH). Предпочтителен маршрут, с минимальным числом скачков, требуемых для достижения примника. Маршрут 3 является наиболее эффективным маршрутом, основанным на этой схеме ().

СЕКЦИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ОСНОВ РАДИОТЕХНИКИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОСКОРОСТНЫХ СТРУКТУР УЗКОПОЛОСНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ НА ОСНОВЕ КИХ-ЗВЕНЬЕВ В СРЕДЕ SIMINTECH

А.А. Алексашин
Научный руководитель – Волченков В.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается задача проектирования узкополосных цифровых фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ), для которых прямая реализация связана с высоким порядком фильтра, значительными вычислительными затратами и увеличением требуемого объема памяти.

Эффективным способом снижения вычислительной сложности является применение многоскоростной обработки сигналов, основанной на операциях децимации и интерполяции. В работе исследуются два подхода к построению трехступенчатых узкополосных КИХ-фильтров в отечественной среде моделирования SimInTech: метод на основе децимации и интерполяции преобразуемого сигнала и метод на основе децимации и интерполяции импульсной характеристики с использованием гребенчатых фильтров [1].

В первом методе используются каскады фильтров-дециматоров, работающих на пониженных частотах дискретизации, и формирующий фильтр на минимальной частоте. Такая структура позволяет существенно уменьшить число операций умножения в секунду при сохранении требуемой избирательности по частоте. Во втором методе многокаскадная гребенчатая структура формируется на основе базового фильтра путем вставки нулей между отсчетами его импульсной характеристики, что упрощает процедуру синтеза фильтров.

В среде SimInTech были разработаны имитационные модели обеих трехступенчатых структур. Для каждой модели выполнен анализ временных диаграмм, спектров сигналов на выходе отдельных каскадов и амплитудно-частотных характеристик фильтров [2]. Результаты моделирования показали, что при использовании метода децимации сигнала высокочастотные составляющие последовательно подавляются на каждом каскаде, а оконечный фильтр формирует требуемую узкую полосу пропускания. В случае гребенчатой структуры периодическая АЧХ промежуточных каскадов преобразуется оконечным сглаживающим фильтром в итоговую характеристику, обеспечивающую выделение полезной низкочастотной компоненты.

Таким образом, моделирование в среде SimInTech подтвердило эффективность обоих методов построения многоскоростных узкополосных КИХ-фильтров. Метод децимации и интерполяции сигнала удобен с точки зрения последовательного синтеза каскадов, тогда как метод децимации и интерполяции импульсной характеристики при использовании полифазной структуры позволяет дополнительно снизить вычислительные затраты. Это подтверждает перспективность применения среды SimInTech для исследования и проектирования сложных многоскоростных систем цифровой обработки сигналов.

Библиографический список

1. Цифровые цепи и сигналы: учеб. Пособие / В.В. Витязев; РГРТУ. Рязань, 2012, 136с;
2. SimInTech: [сайт]. – URL: https://simintech.ru/ (дата обращения: 06.04.2026).

РАЗРАБОТКА ДЕМОНСТРАЦИОННОГО СТЕНДА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Р.О. Виклов
Научный руководитель – Витязев В.В., д-р техн. наук, профессор

В докладе рассматривается возможность регистрации вариабельности сердечного ритма (ВСР) [1] с использованием радиолокационного метода. ВСР является информативным показателем состояния вегетативной нервной системы и общего здоровья организма.

Представлен экспериментальный стенд, включающий радиолокационный модуль и ПК. Зондирующий сигнал — последовательность линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) импульсов [2]. Алгоритм обработки включает:

- Формирование 4D-матрицы данных и быстрое преобразование Фурье (Range FFT) для выделения канала дальности 14–33 см.
- Формирование доплеровского сигнала и извлечение фазы.
- Полосовую фильтрацию фильтром Чебышева II типа (полоса 0,5–2,3 Гц, порядок 3) для подавления дыхательной и шумовой составляющих.
- Анализ ВСР путём поиска пиков систолических ударов.

В ходе эксперимента получены следующие статистические характеристики ВСР: средняя ЧСС 75,1 уд/мин, минимальная мгновенная ЧСС 48,2 уд/мин (на выдохе), максимальная — 94,7 уд/мин (на вдохе), стандартное отклонение (SDNN) 0,100 с, что соответствует норме для здорового человека в покое. Подтверждена связь ВСР с дыхательными циклами (6 периодов дыхания за минуту).

На рисунке 1 изображён график вариабельности, на котором видно увеличение и уменьшение ЧСС в течение минуты.

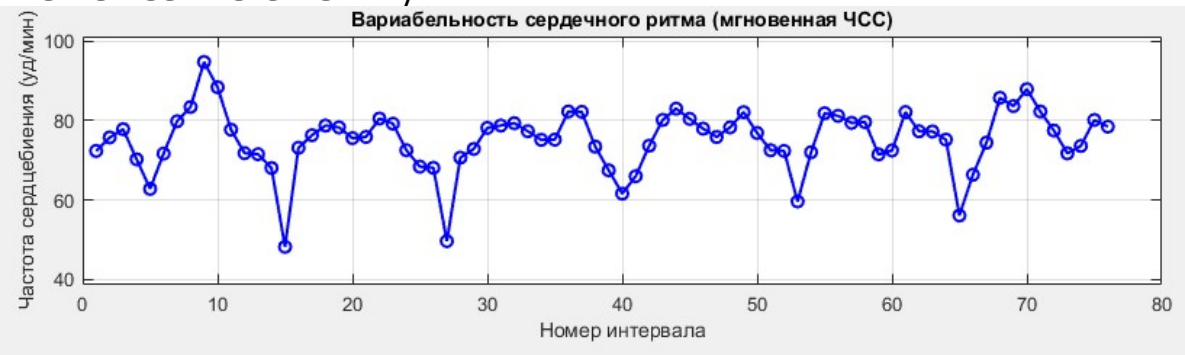


Рисунок 1. Наглядное представление вариабельности

Преимущества метода: простота реализации, малая вычислительная сложность, точное измерение ВСР. Недостатки: чувствительность к настройкам фильтра, необходимость выбора канала дальности, зависимость от условий эксперимента.

Перспективное направление — автоматизация выбора канала дальности и адаптивная настройка фильтра под индивидуальные особенности пациента.

Библиографический список

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 108-127.

2. MIMO radar signal processing. Jian Li, Petre Stoica. John Wiley & Sons, Inc. 10 окт. 2008□г. 472 с.

РАЗРАБОТКА ПРИЁМНИКА СИГНАЛОВ ЛЧМ С АДАПТИВНОЙ КОМПЕНСАЦИЕЙ ПОМЕХ

М.В. Елисеев
Научный руководитель – Линович А.Ю., канд. техн. наук, доцент

В данной работе рассматривается задача повышения помехоустойчивости приёма линейно-частотно модулированных (ЛЧМ) сигналов за счёт применения адаптивной фильтрации. Актуальность темы обусловлена ростом плотности радиочастотных помех и активным использованием ЛЧМ-сигналов в современных радиотехнических системах.

Для исследования строится математическая модель приёмника и выполняется проверка, насколько хорошо она работает. При выборе адаптивного алгоритма основное внимание уделялось методу LMS [1,2], с помощью которого вычисления происходят быстро, что удобно для работы в реальном времени.

В среде MATLAB была создана модель, где ЛЧМ-сигнал имеет ширину спектра 10 МГц. К нему добавляется белый гауссовский шум. Также в модель включены импульсные помехи. Адаптивный фильтр LMS подстраивает свои параметры, чтобы разница между входным и опорным сигналами была минимальной. Когда фильтрация завершена, сигнал поступает на корреляционный детектор. По результатам тестов видно, что помехи становятся слабее на 10 дБ. Если условия приёма становятся тяжёлыми, вероятность найти сигнал правильно всё равно достигает 95%.

Применение таких решений возможно в автомобильных радарах. Также данные методы полезны для космических систем.

Библиографический список

1. Уидроу Б., Стирнз С.-Адаптивная обработка сигналов- 1989г.
2. Коуэн К. Ф. Н., Грант П. М., Фрилендер Ф. Н. - Адаптивные фильтры-1985г

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПАКЕТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КОМПОНЕНТОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.С. Заря
Научный руководитель – Волченков В.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются возможности проектирования компонентов телекоммуникационных систем в среде математического моделирования Simulink, предназначенной для симуляции и анализа динамических систем. Для дальнейшего исследования в качестве такого компонента был выбран полосовой вокодер.

Вокодеры представляют собой устройства, осуществляющие параметрическое сжатие речевых сигналов. Компрессия речевых сигналов на передающей стороне производится в анализаторе, выделяющем из речевого сигнала медленно

меняющиеся составляющие, которые передаются по каналу связи в виде кодовых посылок [1].

На приемной стороне с помощью местных источников сигнала, управляемых принятыми параметрами, синтезируется речевой сигнал. Работа вокодера основана на моделировании человеческой речи с учетом ее характерных особенностей. При вычислении непосредственного изменения амплитуды сигнала вокодера получают параметры модели речеобразования для получения другого сигнала, максимально схожего с исходным. Таким образом осуществляется анализ для последующего синтеза речи [2].

В практической части выполнен расчет параметров цифровых полосовых фильтров (частоты среза полосы пропускания, частоты среза зоны непрозрачности, центральная частота), после чего выбран метод проектирования. Проведено сравнение фильтров, спроектированных различными оконными методами, по таким параметрам, как неравномерность в полосе пропускания и затухание в зоне непрозрачности при фиксированном порядке фильтра. В итоге выбран метод Паркса – Мак-Клеллана.

В ходе выполнения были реализованы схемы детектора огибающей, детектора «тон-шум» и выделителя основного тона, а также был произведен расчет степени сжатия речевого сигнала.

По результатам моделирования полосового вокодера можно сделать вывод о том, что звучание восстановленного речевого сигнала сильно отличается от оригинального. Разобрать слова и звуки становится сложнее. Это связано с тем, что в каждом частотном канале речевой сигнал сильно подвергается сжатию, из-за чего теряются некоторые детали, необходимые для понимания речи.

Библиографический список

1. Разработка полосового вокодера на основе модификации алгоритма Хургина – Яковлева [Электронный ресурс] // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-polosovogo-vokodera-na-osnove-modifikatsii-algoritma-hurgina-yakovleva/viewer

2. Устройства преобразования и обработки информации в системах подвижной радиосвязи: методические указания к курсовой работе / сост. В.А. Волченков; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. — Рязань, 2021. 40 с. С. 2.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Д.С. Королев

Научный руководитель – Волченков В.А., канд. техн. наук, доцент

Одной из ключевых задач цифровой обработки сигналов на основе нейросетей, является распознавание речи. Для человека речь наиболее удобный способ коммуникации, поэтому создание системы распознавания речевого сигнала является важной задачей. Данная задача сильно усложняется из-за особенностей речевого сигнала, такой сигнал обладает высокой вариативностью и его характеристики постоянно меняются во времени.

Современные системы распознавания речи реализуют многоуровневую схему обработки сигнала. На первом этапе осуществляется предварительная фильтрация и подавление шумов, частотный спектр которых выходит за пределы диапазона человеческой речи. Затем сигнал разбивается на короткие временные фреймы, из которых извлекаются информативные акустические признаки.

Рассмотрены архитектуры различных моделей распознавания речи. Классические методы, основанные на скрытых марковских моделях и определенных математических аппаратах. Модели Deep Speech [1] и Wav2Letter [2], реализованные на основе рекуррентных и сверточных нейронных сетях. Особая модель Wav2Vec, способная обучаться на "неразмеченных" данных. Так же рассмотрена архитектура Transformer [3], которая способна учитывать долгосрочный контекст речевого сигнала – механизм самовнимания. Архитектура Conformer [4] сочетающая в себе механизм самовнимания и сверточные операции. И одна из наиболее современных и универсальных моделей Whisper [5].

Анализ моделей распознавания речи показал, что первые системы распознавания, основанные на скрытых марковских моделях, уступают более современным нейросетевым моделям, так как обладают множеством ограничений. А использование рекуррентных, сверточных нейросетей, архитектур Transformer и Conformer, позволяет более точно анализировать речевой поток, тем самым повышая качество распознавания речи.

Библиографический список

1. Ханнун А., Кейс К., Каспер Дж., Катанзаро Б., Диамос Г., Элсен Э., Пренгер Р., Сатхииш С., Сенгупта Ш., Коатс А., Нг Э. Ю. Deep Speech: Scaling up end to end speech recognition: [Электронный ресурс] // URL: https://arxiv.org/abs/1412.5567

2. Ronan Collobert, Christian Puhrsch, Gabriel Synnaeve "WAV2LETTER: AN END-TO-END CONVNET-BASED SPEECH RECOGNITION SYSTEM", 2017. – 9 с.

3. Рябинин М. "Трансформеры" / Учебник по машинному обучению: Yandex Education. [Электронный ресурс] // URL: https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/transformery

4. Gulati A., Qin J., Chiu C.-C., Parmar N., Zhang Y., Yu J., Han W., Wang S., Zhang Z., Wu Y., Wu Y., Pang R. Conformer: Convolution augmented Transformer for Speech Recognition / arXiv preprint. – 2020. – arXiv:2005.08100. [Электронный ресурс] // URL: https://arxiv.org/pdf/2005.08100.pdf

5. Радфорд А., Ким Дж. В., Сю Т., Брокман Г., Макливей К., Сутскевер И. Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision [Электронный ресурс] // URL: https://arxiv.org/pdf/2212.04356

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА БПФ С ЗАМКНУТЫМ ТРАКТОМ ЦАП-АЦП НА ПЛИС

Н.О. Кудимов

Научный руководитель – Витязев В.В., д-р техн. наук, профессор

В данной статье представлены результаты работы [1], где была представлена архитектура системы цифровой обработки сигналов на ПЛИС с модулем FMC133V и реализованы базовые модули для работы с интерфейсом JESD204B.

В данной статье показаны исследования, в которых выполнена практическая реализация алгоритма БПФ, включающая три ключевых этапа: применение оконной функции Ханна для снижения спектральных искажений, использование IP-ядра быстрого преобразования Фурье в среде Vivado и преобразование комплексного спектра в действительный амплитудный путём вычисления модуля. Структурная схема алгоритма приведена на рисунке 1.

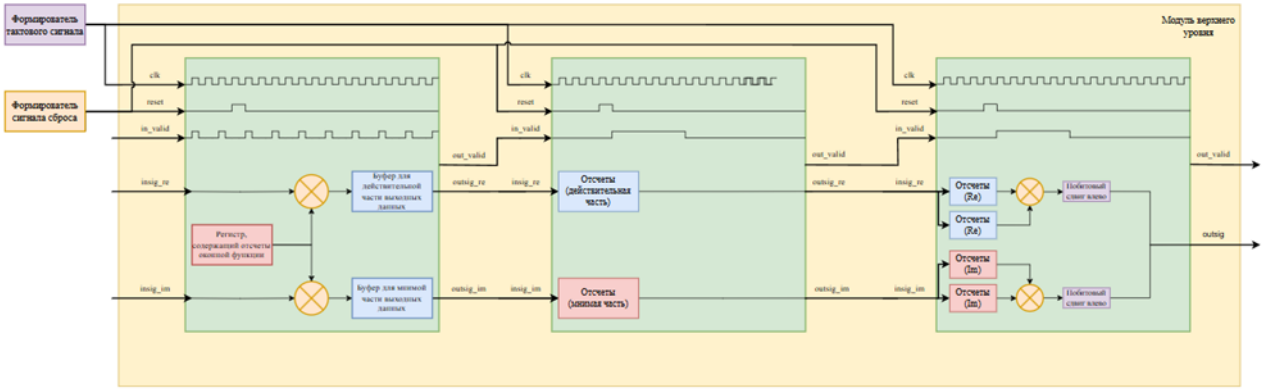


Рисунок 1 – Структурная схема реализации алгоритма БПФ

Особенностью реализации стало использование замкнутого тракта «ЦАП-АЦП», позволяющего системе тестировать саму себя. Цифровые тестовые сигналы различных форм синтезируются через встроенный ЦАП [2], после чего поступают на вход АЦП и обрабатываются реализованным алгоритмом БПФ. Такой подход обеспечивает полный цикл «генерация-обработка» и позволяет моделировать широкий класс сигналов без использования внешнего оборудования. Для эксперимента был выбран радиоимпульс, предварительно сформированный в среде Matlab и размещенный в памяти ПЛИС. Результат обработки представлен на рисунке 2.

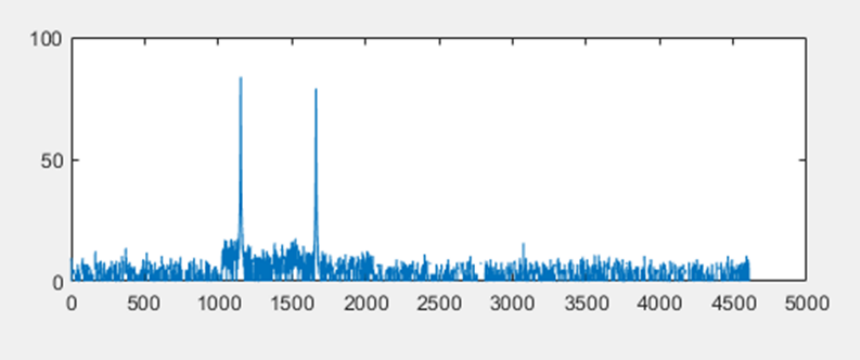


Рисунок 2 – Результат моделирования обработки радиоимпульса

Библиографический список

1. Кудимов, Н. О. ПЛИС и их применение для реализации системы цифровой обработки сигналов / Н. О. Кудимов. — Текст: непосредственный // СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ СТНО-2025 VIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНОТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ Сборник трудов Том 3. — Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2025. — С. 17-22.

2. Analog Devices AD9144 / Analog Devices [Электронный ресурс]. – 2015. — Режим доступа: https://www.farnell.com/datasheets/2333905.pdf. – Дата доступа: 11.02.2026.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СРЕДЫ SIMINTECH ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В.С. Литвинова
Научный руководитель – Волченков В.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается возможность выполнения лабораторных работ по дисциплинам «Основы теории цепей» и «Теория электрических цепей» в среде математического моделирования SimInTech.

Модели в системе SimInTech создаются из стандартных блоков, помещенных в различных библиотеках. Для моделирования электрических цепей в настоящее время в SimInTech включены следующие библиотеки [1]: электротехнического оборудования для анализа электрических цепей в действующих значениях «ЭЦ-Статика» и электротехнического оборудования для анализа электрических цепей в мгновенных значениях «ЭЦ-Динамика».

На данный момент в SimInTech реализованы лабораторная работы №1 «Исследование линейной электрической цепи со смешанным соединением элементов» и лабораторная работа №3 «Исследование простейших электрических цепей синусоидального тока» [2].

В процессе исследования проводилось сравнение измерений на макете (натурный эксперимент) и в созданной имитационной модели цепи в SimInTech с теоретическими расчетными данными, сделанными с помощью методов расчета цепей постоянного и переменного тока [3]. Значения измеряемых в ходе эксперимента электрических величин, полученных по расчетным формулам, и в среде математического моделирования SimInTech полностью совпали.

Однако, не удалось провести измерение входного сопротивления пассивного двухполюсника, состоящего из резисторов, так как в среде моделирования SimInTech нет модели прибора омметра, который позволяет измерять электрические активные (омические) сопротивления. В учебном процессе эту часть эксперимента можно заменить на проведение расчета баланса мощностей на модели схемы.

Несомненными преимуществами такого моделирования является то, что, во-первых, все элементы схемы представляются в цифровом виде, и студенты могут выполнять эксперименты на собственных компьютерах в любое время, что делает процесс обучения гораздо более доступным и гибким, во-вторых, среда динамического моделирования технических систем SimInTech является отечественной разработкой и позволяет решить задачу импортозамещения компьютерных систем моделирования.

Библиографический список

1. Библиотеки блоков // Справочная система SimInTech (v12.11.2025) URL: https://help.simintech.ru/#10_biblioteki_blokov/biblioteki_blokov.html (дата обращения: 17.02.2026).

2. Литвинова В.С., Милюков С.М. Теория электрических цепей. Основы теории цепей. Ч. 1: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; – Рязань, 2020. – 24с.

3. Попов В.П. Основы теории цепей. – М.: Высшая школа, 2003. – 575 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ВАРИАНТА НАЛОЖЕНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ШУМА В МЕТОДЕ КОУЛА

А.Р. Нектов

Научный руководитель – Овинников А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются модификации первого этапа метода выборки по значимости Коула, описание которого приведено в [1] и [2], ориентированные на эффективное формирование шаблонов ошибок с использованием циклов графа Таннера.

В оригинальном подходе шаблоны ошибок, на которые накладывается импульсный шум, формируются развёртыванием двудольного графа Таннера от каждой переменной вершины.

В первой модификации за основу генерации шаблонов берутся замкнутые циклы графа. Логика формирования шаблона зависит от соотношения требуемой длины шаблона и оставшихся после прореживания в цикле узлов. Если количества совпадают, берётся весь цикл целиком. Если нужно меньше — перебираются допустимые комбинации узлов; требуется больше - шаблон дополняют соседними вершинами первого уровня, при этом вводятся жёсткие ограничения на распределение соседей, чтобы избежать комбинаторного взрыва. В процессе неизбежно возникают дубли, когда одна соседняя вершина привязывается к разным узлам цикла, поэтому итоговый список проходит обязательную очистку от повторов.

Второй метод опирается на последовательное объединение коротких циклов. Пользователем задается верхняя граница длины циклов, из которых формируются пары и тройки. Последние только для циклов длины 4, поскольку для больших длин тройной перебор вычислительно неоправдан. При поиске пар достаточно наличия хотя бы одной общей переменной или проверочной вершины, для троек требование строже: все три цикла должны быть связаны в единую цепочку, а не просто пересекаться попарно. Для каждого полученного объединения рассчитывается ACE-метрика по формуле, адаптированной под объединённые структуры. На выходе формируется список, который также проходит финальную очистку. Формирование шаблона происходит по аналогии с первым методом в зависимости от соотношения длины объединения и требуемой длины шаблона.

В отличии от оригинального метода [1], предложенные модификации фокусируются только на коротких циклах и узлах с низкой связностью — именно там, где рождаются реальные ловушки, на которых «спотыкается» LDPC-декодер. Таким образом, предполагается переход от полного перебора к прицельному поиску.

Библиографический список

1. Cole C. A., Wilson E. H., Giallorenzi T. A general method for finding low error rates of LDPC codes. Available at: arxiv.org/abs/cs/0605051. (accessed: 03.11.2024)

2. Нектов А.Р., Овинников А.А. Обзор модификаций метода выборки по значимости Коула применительно к МПП-кодам // Цифровая обработка сигналов. — 2024. — № 4. — С. 77-83.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ САМООРГАНИЗАЦИИ И МАРШРУТИЗАЦИИ В ТРАНСПОРТНЫХ AD-HOC СЕТЯХ С ПОДДЕРЖКОЙ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

М.И. Никонов

Научный руководитель – Горюшкин Р.С., канд. техн. наук

Развитие концепций «умного города» и интеллектуальных транспортных систем выдвигает новые требования к сетям связи между транспортными средствами (V2V) и транспортными средствами с дорожной инфраструктурой (V2I) [1, 2]. Транспортные ad-hoc сети (VANET) характеризуются высокой динамичностью топологии, быстрым перемещением узлов и ограниченной пропускной способностью каналов связи [1]. Существующие протоколы маршрутизации, такие как AODV, OLSR и их производные, демонстрируют низкую эффективность в условиях городской застройки из-за эффекта затенения, быстрых разрывов соединений и отсутствия единого центра управления [2, 3]. В связи с этим перспективным направлением является синтез механизмов самоорганизации, позволяющих транспортным средствам динамически объединяться в устойчивые группы, и использования стационарной дорожной инфраструктуры, включая RSU (Road Side Unit — придорожные устройства связи) и контроллеры светофоров, как элементов, обеспечивающих глобальную связность и снижение служебного трафика [3].

Целью данной работы является разработка и анализ комбинированного подхода к маршрутизации в VANET, основанного на принципах самоорганизации при активном участии элементов дорожной инфраструктуры. В отличие от классических подходов, где кластеры формируются исключительно на основе географической близости, используется метрика устойчивости связи, учитывающая относительную скорость и направление движения транспортных средств. Формирование кластера осуществляется через децентрализованное обнаружение, при котором узлы обмениваются служебными сообщениями, содержащими идентификатор, координаты, вектор скорости и статус подключения к RSU. Выбор лидера кластера производится на основе весовой функции, включающей минимальную дисперсию скоростей, максимальное время нахождения в зоне покрытия RSU и вычислительные ресурсы узла. При ухудшении метрики устойчивости инициируется процедура мягкой передачи лидерства без полного переформирования кластера, что позволяет снизить частоту реорганизаций на 25% по сравнению с классическими географическими подходами.

Предлагаемый протокол относится к классу инфраструктурно-ориентированной кластерной маршрутизации (IACR) и разделяет процесс маршрутизации на два логических уровня. Внутрикластерный уровень использует упрощенную табличную маршрутизацию, при которой лидер кластера поддерживает карту всех узлов внутри

группы. Межкластерный уровень и доступ к сервисам реализуются через взаимодействие лидеров кластеров с RSU по протоколу с кратковременными сессиями. RSU агрегирует информацию о маршрутах и обменивается данными с соседними узлами инфраструктуры через проводные или радиорелейные каналы [4]. Это позволяет строить маршруты между кластерами вне прямой радиовидимости. Для снижения накладных расходов применяется принцип реактивной активации, ограничивающий распространение служебных сообщений.

Оценка производительности проводилась с использованием SUMO (Simulation of Urban Mobility — система моделирования транспортных потоков) и NS-3 (Network Simulator 3 — дискретно-событийный симулятор сетевых протоколов) [4]. Рассматривался городской сценарий размером 2×2 км при количестве транспортных средств от 50 до 300. Результаты показали, что при высокой плотности узлов предложенный протокол обеспечивает коэффициент доставки пакетов 88–92%, что превышает показатели AODV и OLSR. Средняя задержка составила 45–70 мс, а объем служебного трафика снизился на 30–40% за счет кластеризации и использования инфраструктуры.

Недостатками предлагаемого подхода являются зависимость от плотности размещения инфраструктурных элементов (RSU), увеличение вычислительной нагрузки на лидеров кластеров, а также возможное ухудшение производительности при частичном отказе инфраструктуры или недостаточном покрытии. Кроме того, использование дополнительных метрик устойчивости требует увеличения объема служебных сообщений внутри кластера.

В ходе работы разработаны и проанализированы механизмы интеграции самоорганизующихся структур и дорожной инфраструктуры в транспортных ad-hoc сетях. Предложенная метрика устойчивости связи позволяет снизить частоту реорганизации кластеров, а архитектура протокола обеспечивает масштабируемость сети. Экспериментально подтверждено, что использование RSU повышает отказоустойчивость и надежность доставки данных. Перспективы дальнейших исследований связаны с применением методов машинного обучения для предиктивной маршрутизации и анализом работы системы при частичной деградации инфраструктуры.

Библиографический список

1. Hartenstein H., Laberteaux K. VANET: Vehicular Applications and Inter-Networking Technologies. — Wiley, 2010. — 450 p.

2. Karagiannis G. et al. Vehicular Networking: A Survey and Tutorial on Requirements, Architectures, Challenges, Standards and Solutions // IEEE Communications Surveys & Tutorials. — 2011.

3. Campolo C., Molinaro A., Scopigno R. Vehicular Ad Hoc Networks: Standards, Solutions and Research. — Springer, 2015.

4. NS-3 Consortium. NS-3 Network Simulator: [Электронный ресурс] // URL: https://www.nsnam.org

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СПЕКТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ

В.С. Плющиков
Научный руководитель – Бакке А. В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается задача мониторинга радиочастотного спектра в условиях низкого отношения сигнал-шум (ОСШ), высокой нестационарности канала и сложной электромагнитной обстановки с использованием искусственных нейронных сетей (ИНС).

В радиотехнике наиболее распространено применение трёх базовых архитектур в силу своей относительной простоты: многослойного перцептрона, сверточных и рекуррентных сетей. Каждая из них обладает своими недостатками и преимуществами [1]. Архитектура многослойного перцептрона является самой простой и в то же время наиболее вычислительно затратной на обучение из-за большого количества нейронов, из-за чего она применяется только в качестве выходных слоев других архитектур. Сверточная нейронная сеть позволяет сократить затраты путем выделения более общих признаков из исходных данных, тем самым уменьшая количество нейронов для обучения. Рекуррентные сети обладают обратной связью, что позволяет им эффективно работать с временными зависимостями, однако введение обратной связи превращает нейросеть в динамическую систему, что означает возникновение вопроса устойчивости.

Сверточные нейронные сети позволяют осуществить бинарную классификацию занятости каналов и достичь большей точности обнаружения при низких ОСШ, чем энергетический детектор [2]. Отдельной задачей выступает классификация сигналов, способная не только распознавать известные сигналы, но и относить неизвестные сигналы к определённым группам [3]. Однако сверточная нейронная сеть плохо классифицирует сигналы, признаки которых не выражены в анализируемых отсчетах, например, широкополосные частотно-модулированные сигналы при анализе временной последовательности. Относительно новой задачей можно считать прогнозирование состояния спектра на основе рекуррентных сетей. Такую сеть используют в совокупности с бинарным классификатором, что позволяет предварительно оценить вероятностную занятость каналов на промежутке времени и классифицировать только наиболее вероятно свободные каналы [4].

Таким образом, применение ИНС в задачах мониторинга радиочастотного спектра является эффективным инструментом, поскольку позволяет сократить вычислительные затраты при сложной помеховой обстановке.

Библиографический список

1. Гудфэллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А. А. Слинкин; под ред. В. В. Стрижова - М.: ДМК Пресс, 2018. - 652 с.

2. Abdelbaset S. E. Deep Learning-Based Spectrum Sensing for Cognitive Radio Applications / S. E. Abdelbaset S. E., H. M. Kasem, A. A. Khalaf, A. H. Hussein, A. A. Kabeel // Sensors. – 2024. – Vol 24, № 7907. – P. 22.

3. O'Shea T. J. Convolutional Radio Modulation Recognition Networks / T. J. O'shea, J. Corgan, T. C. Clancy // International Conference of Engineering Application of Neural Networks. – 2016. – P. 213-226.

4. Rojas A. Predicted-Based Spectrum Sensing Framework for Cognitive Radio / A. Rojas, G. Follet, G Jovanovic-Dolecek, J. M. De La Rosa, G. Linan-Cembrano // IEEE Open Journal of Circuits and Systems. – 2025.- Vol. 6. – P. 313-328.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТОРА, УПРАВЛЯЕМОГО НАПРЯЖЕНИЕМ В СРЕДЕ SIMINTECH

Н.Д. Сивов
Научный руководитель – Волченков В.А., канд. техн. наук, доцент

Процесс синхронизации передатчика и приемника является важным этапом работы систем связи. В докладе рассматривается реализация ФАПЧ в отечественной среде для проектирования и моделирования систем связи. SimInTech - среда разработки математических моделей, алгоритмов управления и интерфейсов управления [1].

Сигналом является косинусоида, к которой раз в 10 секунд добавляется случайное фазовое и частотное смещения. Далее сигнал проходит через АБГШ-канал, и поступает в приёмный блок обработки. Он состоит из двух основных компонентов: блока VCO и КИХ-фильтра. Фильтр необходим, так как на выходе из канала связи сигнал, помимо полезной низкочастотной составляющей, содержит высокочастотную шумовую составляющую. Отфильтрованный сигнал поступает на блок VCO как управляющее напряжение.

В отечественной среде проектирования SimInTech, отсутствует отдельный блок VCO, поэтому для его реализации используется программируемый блок "PL". Само значения приращения фазы вычисляется внутри блока. На выход поступают 2 значения, новое значение фазы и сигнал ошибки, для компенсации искажения. Из-за ограничений языка программирования, для накопления значения фазовой ошибки необходимо реализовать отдельную петлю обратной связи.

На выходе, были получены два графика, изображенные на рисунках 1 и 2. На первом отображались возмущения каждые 10 секунд в виде всплесков. С течением времени данный всплеск стремится к нулю, что свидетельствует о постепенном восстановлении синхронизации. На втором рисунке представлены 2 косинусоиды: в моменты времени, кратные 10, происходит рассинхронизация, однако спустя, в среднем 1-2 секунды синхронизация восстанавливалась. Это свидетельствует о корректной работе схемы ФАПЧ.

Среда SimInTech предоставляет требуемый инструментарий для реализации схем ФАПЧ. Вследствие отсутствия возможности продления лицензии на продукцию MathWorks развитие, продвижение и обучение на основе отечественных сред проектирования современных систем связи является важной целью и залогом технического суверенитета страны.

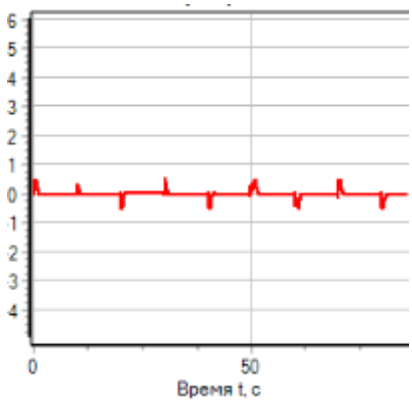


Рисунок 1. График фазового рассогласования

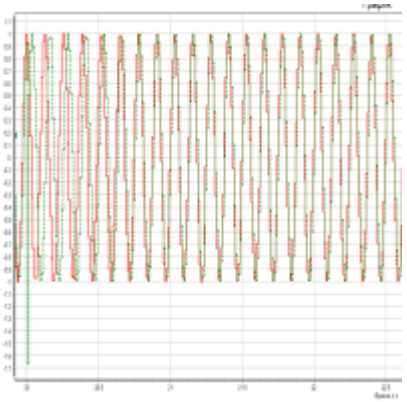


Рисунок 2. График синхронизации колебания

1. SimInTech: [сайт]. – URL: https://simintech.ru/ (дата обращения: 05.04.2026).

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА И ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ В ЗАДАЧАХ РАДИОСВЯЗИ

В.Ю. Трушков
Научный руководитель – Овинников А.А., канд. техн. наук, доцент

Преобразование Фурье (ПФ) является базовым инструментом цифровой обработки сигналов. Оно обеспечивает переход между временным и частотным представлением сигналов, что лежит в основе анализа, фильтрации и модуляции в радиосвязи. Для их реализации применяются дискретные и быстрые варианты преобразования, обеспечивающие эффективность вычислений в реальном времени.

Базовая концепция преобразования Фурье опирается на принцип суперпозиции (функцию можно представить в виде интегральной суммы базовых гармонических колебаний с непрерывным спектром) [2, 4]. Формула: $X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \times e^{-j2\pi ft} dt$ [1].

Если некоторая периодическая функция с периодом $2T$ на интервале $[-T, T]$ удовлетворяет условиям Дирихле, то она может быть представлена в виде суммы ряда Фурье [3]. Формула: $f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{T} + b_n \sin \frac{n\pi x}{T} \right)$.

Логическим продолжением ряда Фурье является дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Оно переносит принципы спектрального разложения на дискретные последовательности, заменяя интегралы на конечные суммы, а непрерывную функцию – на фиксированный набор отсчетов [3]. Формула: $X_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-j\frac{2\pi}{N}kn}$.

Быстрое преобразование Фурье (БПФ) – это класс алгоритмов, предназначенных для быстрого вычисления классического дискретного преобразования Фурье. За счет использования алгоритма Кули-Тьюки вычислительная сложность БПФ составляет $O(N \log_2 N)$, в то время как у ДПФ она равна $O(N^2)$ [5].

Прямое ПФ позволяет анализировать спектр, ширину полосы, помехи и характеристики канала, обратное ПФ — выполнять синтез и формирование сигналов, производить обработку данных после фильтрации [4].

Комплексное преобразование – оперирует входными данными вида $x[n] = I[n] + jQ[n]$. Предоставляет полную информацию о фазово-частотной структуре сигнала [3].

Вещественное преобразование – оперирует входными данными вида $(x[n] \in R)$. Обладает свойством Эрмитовой симметрии, за счет которого сокращает вычислительную нагрузку по сравнению с комплексным преобразованием [3].

Библиографический список

1. Гольденберг, Л. М. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие для вузов / Л. М. Гольденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1990. – 256 с.: ил.

2. Преобразование Фурье: понятие, виды, примеры [Электронный ресурс] // Proglib.io. – URL: https://proglib.io/p/fourier-transform

3. Кандидов, В. П. Дискретное преобразование Фурье: учеб. пособие / В. П. Кандидов, С. С. Чесноков, С. А. Шленов. – Москва: Физический факультет МГУ, 2019. – 88 с.: ил.

4. Быстрое преобразование Фурье (БПФ) на практике [Электронный ресурс] // Habr.com. – URL: https://habr.com/ru/articles/196374/

5. Cooley–Tukey FFT algorithm [Электронный ресурс] // Wikipedia.org. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Cooley–Tukey_FFT_algorithm

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДИСКРЕТИЗАЦИИ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРЕМЫ КОТЕЛЬНИКОВА В СРЕДЕ SIMINTECH

Л.А. Фетисова

Научный руководитель – Волченков В.А., канд. техн. наук, доцент

Целью исследования стала разработка модели формирования аналоговых и дискретных сигналов в отечественной среде математического моделирования SimInTech для использования в учебном процессе.

В модели первоначально формируется аналоговый сигнал, полученный перемножением трёх гармонических колебаний с различными частотами и амплитудами. Модель собрана из трёх блоков «Синусоида» и блока «Перемножитель». В программе можно пронаблюдать как каждый из трёх синусоидальных сигналов в частности, так и итоговый полигармонический сигнал, имеющий сложную форму. Согласно тригонометрическим преобразованиям, такой сигнал состоит их суммы четырёх составляющих, спектр имеет комбинационные частоты, а крайняя гармоника располагается на частоте 285 Гц. Для формирования дискретных сигналов к модели добавлены блок «Генератор единичных импульсов» и ещё один блок «Перемножитель» (рис. 1). Проведено исследование влияния частоты дискретизации на точность восстановления исходного сигнала.

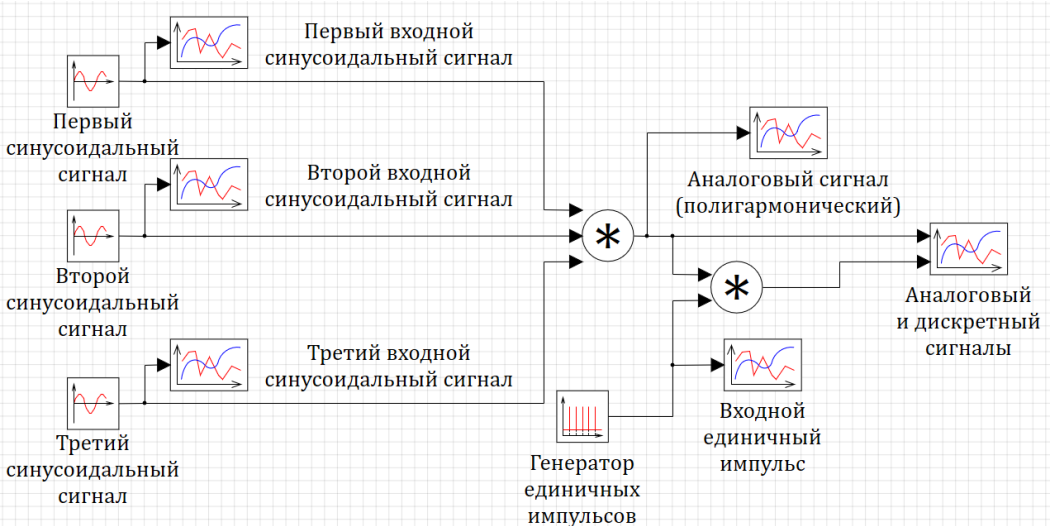


Рис. 1. Модель формирования аналогового и дискретного сигналов

При частоте дискретизации 285 Гц, равной максимальной частоте спектра сигнала, выходной дискретных сигнал представлен в виде редких импульсов, по которым лишь отдаленно можно восстановить форму исходного сигнала. Спектры накладываются друг на друга, и точно восстановить сигнал невозможно.

После этого частота дискретизации была увеличена до 615 Гц. В этом случае, условие теоремы Котельникова выполнялось, сигнал уже можно восстановить с высокой точностью. Однако режим остается чувствительным к небольшим изменениям параметров.

Лучший результат получен при частоте дискретизации 1230 Гц. В этом случае дискретный сигнал очень точно повторяет форму исходного аналогового сигнала, без видимых искажений и наложения спектров.

Таким образом, для качественного представления сигнала в дискретном виде частоту дискретизации рекомендуется выбирать в несколько раз выше максимальной частоты в спектре сигнала.

Данная модель формирования аналоговых и дискретных сигналов в среде SimInTech позволит студентам наглядно и безопасно изучать процессы, происходящие внутри радиотехнических цепей. Такие модели способствуют более глубокому пониманию теоретического материала и повышению уровня профессиональных компетенций обучающихся.

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ GPU ПРИ ОБРАБОТКЕ GPR-ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБУЧЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ

М.О. Филимонова
Научный руководитель – Витязев С.В., канд. техн. наук, доцент

При внедрении нейросетей во встраиваемые системы обработки возникает проблема, что обычные процессоры медленно выполняют матричные операции, характерные для нейросетей. Альтернатива — использование графических процессоров, которые изначально рассчитаны на массовый параллелизм. Цель работы — оценить, насколько эффективно GPU (Graphics Processing Unit) справляется

с задачей бинарной классификации GPR-изображений (Ground-penetrating Radar, GPR) [1].

В работе применялась уже обученная двухслойная нейросеть [2]. Эксперимент выполнялся в MATLAB на видеокарте NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti. Обработка производилась сразу над всем пакетом тестовых изображений (143 штуки). Входные данные и веса переводились в тип single и переносились в видеопамять с помощью gpuArray. Основная вычислительная нагрузка приходится на умножение входной матрицы (143x65536) на матрицу весов скрытого слоя (200x65536) — около 1,87 млрд операций с плавающей точкой.

Измеренное время обработки всей тестовой выборки составило 0,3644 секунды, что соответствует 2,55 мс на одно изображение. Анализ показал, что реальное время более чем на два порядка превышает теоретическую пиковую производительность GPU. Причина не в скорости самих ядер CUDA (Compute Unified Device Architecture), а в задержках доступа к глобальной памяти, накладных расходах на запуск ядер и пересылках данных между уровнями памяти. Тем не менее, полученной производительности достаточно для многих практических задач анализа георадарных данных.

Таким образом, эксперимент показал, что даже видеокарта среднего класса позволяет выполнять нейросетевую классификацию радарограмм без потери точности и без снижения разрядности вычислений. Ключевое условие эффективности — пакетная обработка, обеспечивающая полную загрузку потоковых мультипроцессоров GPU.

Библиографический список

1. Travassos X. L., Avila S. L., Ida N. Artificial Neural Networks and Machine Learning techniques applied to Ground Penetrating Radar: A review / Applied Computing and Informatics. — 2018. — P. 1–8. — DOI: 10.1016/j.aci.2018.10.001.

2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. / Пер. с англ. – М. / Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с. / ил. – Парал. тит. англ. – ISBN 5-8459-0890-6.

СЕКЦИЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Подсекция ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ МГНОВЕННОЙ МОЩНОСТИ МАГНЕТРОНА

А.Д. Антоненко
Научный руководитель – Морозов Д.А. канд. физ.-мат. наук, доцент

Целью работы является исследование возможных методов регулировки мгновенной мощности магнетрона.

Имеющиеся современные данные говорят о том, что регулировка мгновенной выходной мощности магнетрона возможна лишь в диапазоне нескольких процентов. Обычно регулируется средняя выходная мощность прибора путем изменения скважности питающих импульсов.

Расширение диапазона регулировки мгновенной мощности определяет актуальность работы.

Магнетрон — это вакуумный электронный прибор, который генерирует мощное СВЧ-излучение. Внутри него расположен катод, и массивный медный анод с набором полостей-резонаторов. Благодаря взаимодействию электронов с скрещенными магнитными и электрическими полями, траектории электронов закручиваются при пролете возле отверстий связи резонаторов. При этом электроны передают свою кинетическую энергию электромагнитному полю резонаторов, вызывая в них высокочастотные колебания. Энергия этих колебаний отводится через петлю связи и волновод наружу [1].

На данный момент существующие методы регулировки мгновенной мощности магнетрона позволяют изменять мощность в небольшом диапазоне без риска срыва генерации [2].

Возможным решением данной проблемы является использование электромагнита для плавного изменения индукции магнитного поля. Подобное решение позволит снизить порог самовозбуждения магнетрона, а также изменение индукции в реальном времени позволит управлять выходной мощностью в больших пределах, чем представляется возможным на данный момент.

Целью данный работы является исследование, определение параметров и границ регулировки мгновенной мощности магнетрона.

Решение поставленной задачи, требует создание точной модели устройства, определения входных параметров, создания системы физических зависимостей и моделирование физических процессов, происходящих в области взаимодействия генерируемых электронов со скрещенными полями.

Данное исследование позволит решить проблему отсутствия универсальных источников СВЧ-энергии, способных работать в широком диапазоне мощностей без дискретной смены магнетрона.

Библиографический список

1. Воскобойник М.Ф. Черников А.И. Техника и приборы СВЧ.– М.: Радио и связь,1982.-621с.

2. Бордусов С.В., Мадвейко С.И. Регулирование величины мгновенной выходной мощности магнетрона непрерывного режима генерации (типа М-105, М-112) в составе плазменной технологической установки// Вест.БНТУ-2010.-№ 4.-С.42-45.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

М.А. Беляев
Научный руководитель – Морозов Д.А., канд.физ.-мат.наук, доцент

Разработка схемы частотного регулирования асинхронного двигателя направлена на повышение энергоэффективности и надежности промышленных электроприводов. Актуальность исследования обусловлена требованиями к автоматизации и экономии ресурсов. Работа включает анализ существующих методов, проектирование силовой части на современной элементной базе и создание алгоритма управления для обеспечения стабильной работы. Ожидается, что результаты позволят минимизировать потери энергии, повысить производительность и конкурентоспособность производств, а также станут основой для дальнейших исследований в области автоматизации.

Частотное регулирование основано на изменении частоты и амплитуды питающего напряжения, что позволяет плавно управлять скоростью двигателя и снижать энергопотребление на 20–40%.[1] Современные преобразователи строятся по двухзвенной схеме: выпрямитель — звено постоянного тока с фильтром — инвертор на IGBT-транзисторах с широтно-импульсной модуляцией. [2]

В качестве метода регулирования был выбран метод скалярного управления, так как он прост в реализации и настройки, а также имеет высокую надежность и устойчивость. В качестве силовых ключей выбраны IGBT-модули BSM75GB120DN2HOSA1, для управления — операционный усилитель К553УД2. Проведенные расчеты показывают, что разработанная схема эффективнее на 40% по сравнению с аналогами.

Библиографический список

1. Бут, Д.А. Основы электропривода / Д.А. Бут. – М.: Издательство МЭИ, 2020. – 420 с.

2. Грузов, В.Л. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод / В.Л. Грузов, В.А. Дартау // Электротехника. – 2020. – № 4. – С. 23-29.

РАЗРАБОТКА РЕЗЕРВНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ С СИНУСОИДАЛЬНОЙ ФОРМОЙ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

А.А. Захаркин
Научный руководитель – Морозов Д.А. канд. физ.-мат. наук, доцент

В современных условиях надёжное электроснабжение критически важно из-за роста количества отключений и повреждений энергетической инфраструктуры. Многие электроприборы (компьютеры, LED-освещение) могут работать от напряжения прямоугольной формы, однако ряд устройств, таких как газовые котлы отопления, электродвигатели, циркуляционные насосы, компрессоры и звуковая аппаратура, требуют питания чистой синусоидальной формы. Использование модифицированного синуса для таких потребителей приводит к перегреву, сбоям в работе и сокращению срока службы оборудования.

Целью выпускной квалификационной работы являлась разработка резервного источника бесперебойного питания с синусоидальной формой выходного напряжения амплитудой 310 В и частотой 50 Гц при питании от источника постоянного напряжения 18 В.

В ходе работы проведён обзор требований к ИБП и способов формирования синусоидального напряжения. Основное внимание уделено широтно-импульсной модуляции (ШИМ) в ключевом режиме.

Выполнено экспериментальное измерение параметров силового трансформатора, взятого от ИБП мощностью 400 Вт. Определены индуктивности обмоток, индуктивности рассеяния, активные сопротивления и частота параллельного резонанса (примерно 11,5 кГц).

На основе полученных данных построена полная модель выходного каскада ИБП в программе LTspice с учётом реальных паразитных параметров трансформатора. Проведено исследование влияния частоты ШИМ на форму выходного напряжения, мощность потерь и КПД.

В результате моделирования установлено, что оптимальная частота ШИМ составляет 2,5 кГц**.** При повышении частоты значительно возрастают потери на транзисторах и в обмотках трансформатора, что приводит к снижению КПД. Показано, что имеющийся трансформатор пригоден только для нагрузки 100–150 Вт. Для получения мощности 400–500 Вт необходимо изготовление специализированного трансформатора с низким активным сопротивлением первичной обмотки (не более 0,01 Ом).

Результаты работы подтверждают, что основным фактором, определяющим КПД и тепловой режим разработанного ИБП, является качество силового трансформатора.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ В УЧЕБНЫХ ЦЕЛЯХ

Е.В. Колыгин
Научный руководитель – Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается методика создания графического интерфейса оператора (Human-Machine Interface, человеко-машинный интерфейс, HMI) для управления печью с использованием среды Nextion Editor в учебном проекте. Nextion Editor позволяет быстро разрабатывать прототипы промышленных интерфейсов для микроконтроллерных систем, что актуально при подготовке инженеров в области автоматизации.

В ходе работы выделены основные экраны: главный экран мониторинга (текущая температура, статус нагрева, аварийная индикация), экран задания уставок (целевая температура, время работы) и экран просмотра событий. Для визуализации использованы компоненты Gauge (температурная шкала), Progress Bar (индикатор времени), Number (ввод уставок) и Text (статусные сообщения). Реализована защита от некорректного ввода (ограничение диапазона 0…300 °C) и кнопка аварийного останова.

Программирование логики выполнено на встроенном языке Nextion с использованием событий Touch Release и глобальных переменных. Для имитации процесса нагрева без внешнего контроллера задействован таймер, который каждую

секунду приближает текущее значение к установке. Пример программного кода для установки температуры приведен ниже:

```
if (n0.val >= 0 && n0.val <= 300) va0.val = n0.val; page 0; else t0.txt="Ошибка диапазона"; endif`
```

Особое внимание уделено взаимодействию с внешним микроконтроллером STM32 по протоколу универсального асинхронного приемопередатчика (UART). На стороне дисплея команды отправляются через `serout()`, на стороне контроллера осуществляется автоматизированный сбор данных и управление нагревателем. Данная архитектура, включающая интерфейс Nextion и вычислительное ядро STM32, является промышленным стандартом и позволяет реализовать полноценное устройство в управляющем контуре с обратной связью, которое поддерживает заданное значение выходной величины на определённом уровне путем управления входным воздействием (пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор).

Разработанный интерфейс протестирован в симуляторе Nextion Editor и на физическом дисплее. Проект успешно сочетает в себе разработку UI/UX-дизайна, алгоритмизацию, основы автоматического регулирования и последовательной передачи данных[1].

Создан прототип HMI-интерфейса для учебных целей. Nextion Editor эффективен для быстрого прототипирования. Связка с STM32 масштабируема и может быть использована для внедрения сложных алгоритмов.

1. Nextion Editor User Guide[Электронный ресурс]. – URL: https://nextion.tech/editor/ (дата обращения:13.04.2026).

ЛАЗЕРНЫЙ ДАЛЬНОМЕР

Р.В. Руднев
Научный руководитель – Глебова Т.А., канд. физ-мат. наук, доцент

В настоящее время многими компаниями предлагаются готовые лазерные модули на эрбиевом стекле, работающие в режиме гигантских импульсов с пассивной модуляцией добротности (Q-swich), с энергией в импульсе от 40 мкДж до 1 мДж. При этом модули отличаются исключительной компактностью и малым весом, что обеспечивает им широкий спектр применений.

Длительность лазерного импульса 7 нс накладывает определенные требования на приемный канал дальномера, в частности, на фотоприемное устройство (ФПУ). По сложившейся практике для компактных дальномеров обычно в качестве ФПУ используют лавинные фотодиоды. В данном случае лавинный фотодиод должен быть достаточно широкополосным, чтобы без искажений детектировать короткий лазерный импульс.

Таким образом, имеются все данные для оценки дальности. Пусть объект расположен на расстоянии z (м) от точки наблюдения. Мощность излучения, попадающую на сенсорную площадку ФПУ, от рассеянного объектом лазерного пучка можно оценить как [1]:

$$W_r(z,D) = \frac{E_{imp}}{t_{imp}} \cdot \frac{D^2}{2 \cdot z^2} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \tau(z)$$

где E_{imp} – энергия лазерного импульса, равная 1мДж;

t_{imp} – длительность лазерного импульса, равная 7 нс;

D – диаметр входного объектива приемного канала (м);

k_2 – коэффициент рассеяния излучения от поверхности объекта, принятый 0,15;

k_3 – суммарные потери в оптическом тракте приемного канала, принятые 0,8;

τ (z) – коэффициент атмосферного поглощения лазерного излучения, равный $\tau(z) = e^{-2 \cdot \mu \cdot z}$, где z – дальность до объекта в км;

$$\mu = \left(\frac{3{,}91}{V}\right) \cdot \left(\frac{0{,}55}{\lambda}\right)^{0{,}585 \cdot \sqrt[3]{V}}$$

где V – атмосферная видимость (км);

λ – длина волны лазерного излучения (1,535 мкм).

Ток, протекающий в ФПУ под воздействием падающего лазерного излучения можно получить как $I_r(z,D) = W_r(z,D) \cdot R$, где R – усиление фотодиода, равное 9. На рисунке 1 представлены зависимости тока фотодиода (в амперах) от расстояния до объекта (в метрах) при атмосферной видимости 25 км для диаметров входного объектива 3 см, 6 см и 9 см.

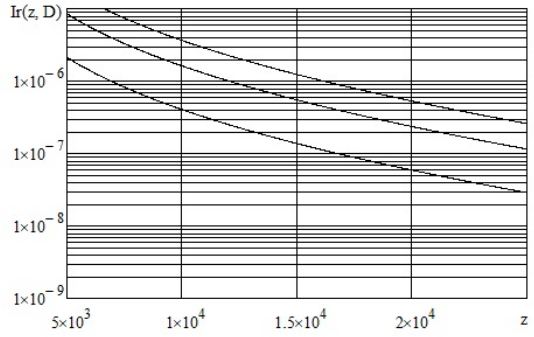


Рисунок 1

Анализ зависимости показывает, что на дистанции 25 км фототок превышает среднее значение темнового тока фотодиода (8 нА) для всех диаметров объектива. Таким образом, задача проектирования дальномера (в оптической части) сводится к расчету входного объектива приемного канала и системы сведения каналов.

1. Основы импульсной лазерной локации. Под ред. В.Н. Рождествина. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2006.

ПРОГРАММА РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МИКРОФОКУСНЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ТРУБОК

Г.Н. Фролов

Научный руководитель — Козлов Е.А., канд. техн. наук

Для решения многомерной задачи оптимизации параметров электронно-оптической системы был разработан алгоритм на основе метода Монте-Карло. Данный подход позволяет эффективно исследовать влияние большого числа варьируемых параметров на целевые характеристики — ток и диаметр электронного пучка. Программа последовательно генерирует случайные наборы значений,

выполняет сквозной расчет электронно-оптической системы и проверяет соответствие полученных параметров пучка заданным целевым значениям.

Алгоритм реализует три вложенных цикла: 1)цикл по катодам – последовательный расчет для катодов из гексаборида лантана (LaB_6) и вольфрама (W); 2) цикл набора решений — выполняется до накопления заданного количества N валидных конфигураций; 3) цикл подбора параметров — генерация случайных значений и последовательный расчет элементов системы.

Генерация случайных параметров осуществляется следующим образом: 1) для целочисленных параметров применяется функция randi([min, max]); 2) для непрерывных величин используется rand() с последующим масштабированием: min + (max-min)·rand(); 3) для диаметра апертуры дополнительно выполняется округление до значения, кратного 10 мкм, что соответствует технологическим ограничениям изготовления.

Расчет строго соответствует ходу электронного пучка:

Генерация параметров пушки — тока, угла расходимости, энергии пучка, положения и диаметра кроссовера.

Расчет анодной диафрагмы — определение тока, угла и диаметра пучка после диафрагмы.

Расчет конденсорной линзы — вычисление положения изображения, его размера и угловой расходимости.

Расчет апертурной диафрагмы — ограничение пучка, определение прошедшего тока.

Расчет объективной линзы — финальное формирование пучка.

Расчет зонда — вычисление диаметра электронного пучка на мишени с учетом аберраций.

Ход лучей рассматривается в параксиальном приближении геометрической оптики. Все линзы считаются «тонкими», для них применима формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f},$$

где p — расстояние от предмета до линзы, q — расстояние от линзы до изображения, f — фокусное расстояние.

Увеличение линзы определяется соотношением:

$$M = \left|\frac{q}{p}\right|.$$

В зависимости от угла входа α_0 и соотношения между p и f возможны несколько режимов работы линзы, каждый из которых требует соответствующих формул расчета.

Распределение плотности тока в сечении пучка принято гауссовым:

$$j(r) = j_0 \exp\left(-\frac{r^2}{R^2}\right).$$

Ток, прошедший через линзу с диаметром канала D, определяется интегрированием:

$$I = 2\pi j_0 \int_0^{D/2} r \exp\left(-\frac{r^2}{R^2}\right) dr.$$

В результате интегрирования получено аналитическое выражение:

$$I = I_0\left[1 - \exp\left(-\frac{D^2}{4R^2}\right)\right],$$

где I_0 — ток пучка на входе в линзу, R — характерный радиус, связанный с диаметром пучка d_e соотношением $d_e = 2R$.

Конечный диаметр электронного пучка на образце рассчитывается с учетом четырех факторов:

$$d = \sqrt{d_g^2 + d_s^2 + d_d^2 + d_c^2},$$

где d_g — гауссов диаметр (размер изображения источника);

d_s — сферическая аберрация;

d_d — дифракционный предел (диск Эйри);

d_c — хроматическая аберрация.

РАЗРАБОТКА ПОКРЫТИЙ КОНТАКТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ СПЛАВОВ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ ГЕРМЕТИЗИРОВАННЫХ КОНТАКТОВ

К.С. Шаманин

Научный руководитель – Гололобов Г.П., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается разработка покрытий для контактных элементов герконов на основе сплава тугоплавких металлов. Привычные драгметаллы дорожают с каждым годом, что требует к переходу на новые материалы с сохранением качества и долговечности устройств. В качестве возможного решения будет использован вольфрам с примесью никеля.

Геркон — это датчик с ферромагнитными пружинными контактами, запаянными в стеклянную колбу (вакуумную или с инертным газом)[1]. Принцип работы геркона достаточно прост. При достижении внешним магнитным полем определенного порогового значения, упругие ферромагнитные контакты геркона «слипаются» и замыкают электрическую цепь. При снятии магнитного поля за счет упругости контактов происходит размыкание цепи. [2]

Поскольку контактное покрытие несет немалую ответственность за поддержание работоспособности геркона в течение всего срока его эксплуатации, то строение и свойства его должны быть таковы, чтобы гарантировалось сохранение низкого уровня переходного сопротивления. [3]

Для покрытий контактных элементов магнитоуправляемых герметизированных контактов существует ряд требований:

1. малое контактное сопротивление;
2. стойкость к механическому;
3. химическому износу;
4. минимальной электрической эрозии;
5. отсутствие сваривания и залипания площадок.

Для рассмотрения тугоплавких металлов в качестве покрытия необходимо избавиться от трещин, которые формируются под действием внутренних напряжений

осаждаемых покрытий. При осаждении сплава никеля с вольфрамом происходит значительное выделение водорода, который как в следствии приводит к растрескиванию покрытия. Трещины существенно влияют на характеристики покрытия, коррозийную стойкость и это отрицательно сказывается на долговечность устройства.

Для устранения трещин исследователи используют различные методы (добавки в электролит, импульсный режим, добавление третьего со осаждаемого металла), осаждение в условиях супергравитации.

В рамках данного исследования будет применяться осаждение из пирофосфатного электролита в режиме импульсного тока и поиску режимов получения покрытий без дефектов в виде трещин.

Библиографический список

1. Геркон: [Электронный ресурс] // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%

2. Герконы для поверхностного монтажа: [Электронный ресурс] // URL: https://www.chipdip.ru/news/smd-reed-switches

3. Контактное покрытие магнитоуправляемых контактов: [Электронный ресурс] URL: https://patents.google.com/patent/RU2279149C1/ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УСТРОЙСТВА СИНХРОНИЗАЦИИ РАДИОПЕРЕДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА РАДИОЛОКАЦИОННОГО МОДУЛЯ

О.О. Андреев

Научный руководитель – А.А. Свиязов, канд. техн. наук, доцент

Задача синтеза частоты в радиотехнических системах требует повышения качества построения источников опорных колебаний с прецизионной стабильностью частоты и низким уровнем фазовых шумов. В работе представлено устройство синхронизации радиопередающего устройство радиолокационного модуля на основе цифрового вычислительного синтезатора AD9851, которое должно задавать основную сетку частот, обеспечивающую внутреннюю когерентность сигналов всего модуля, генерировать синусоидальный сигнал с заданной частоты (непрерывный режим) и формировать «пакеты» синхроимпульсов с фиксированной длительностью (режим стробирования). На рисунке 1 представлена функциональная схема устройства.

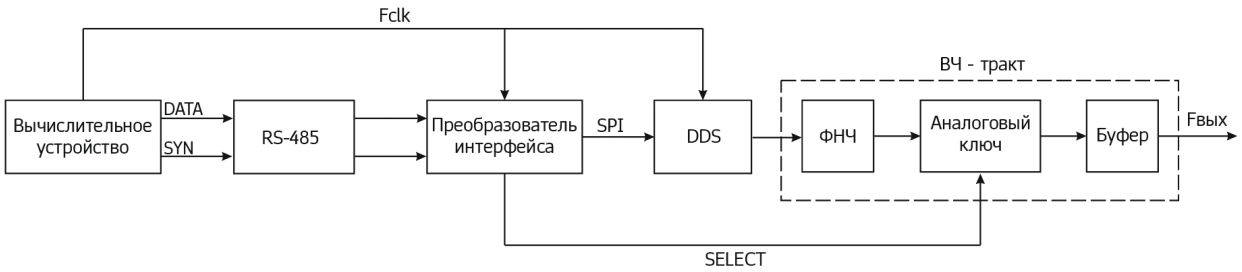


Рисунок 1 – Функциональная схема устройства синхронизации

Измерение шумовых характеристик проводилось с выхода ВЧ-тракта Fвых при работе в двух режимах с помощью анализатора спектра Agilent. В непрерывном режиме динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих (SFDR) составил минус 78 дБ, в режиме стробирования минус 63 дБ. Исследование показало, что в режиме стробирование при размыкании аналогово ключа наблюдается распространение стробированного сигнала Fвых. Данное явление обусловлено задержкой t_{sw} аналогового ключа, т. е. синусоидальный сигнал за время задержки продолжает поступает на выход мультиплексора до фактического размыкания ключа, что приводит к повышению шумовой составляющей.

Экспериментально была обнаружена зависимость, что при фиксированной длительности управления аналоговым ключом и его задержки должно удовлетворять условию:

$$\tau + \mathrm{tsw} = \mathrm{n} \times T_0, \quad (1)$$

где τ – длительность управляющего импульса, n – целое число, T_0 – длительность периода синусоиды

При выполнении условия (1) момент размыкания приходится на нулевой переход синусоиды и SFDR не отличаются от непрерывного режима.

Однако сложность вносит задержка ключа она не фиксирована и при различных температурных режимах эксплуатации может изменяться. В этом случае предлагается синхронное стробирование, где сигнал управления ключом синхронизируется с сигналом Fвых и выдается ровно в момент нулевого перехода синусоиды.

РАЗРАБОТКА МАКЕТА ОПТИЧЕСКОГО ТЕРМИНАЛА ВНУТРИОБЪЕКТОВОЙ СВЯЗИ

А.А. Каменский
Научный руководитель – Свиязов А.А. канд. техн. наук, доцент

Развитие современных производств идёт по пути активного наполнения цехов станками, манипуляторами и вспомогательной техникой. В связи с повышением требований к надёжному взаимодействию всех элементов оборудования, необходимому для контроля их работы и организации удалённого доступа, возрастает потребность в высокоскоростной и надёжной передаче данных. Однако такие традиционные методы связи как токопроводящие/оптические кабели или радиочастотные системы не всегда способны удовлетворить все вышеизложенные требования. В этой связи альтернативным вариантом выступают атмосферно-оптические линии связи (АОЛС). Возможность производить быстрое развёртывание защищённых каналов с пропускной способностью до нескольких десятков Гбит/с и создавать сети в местах с сильными электромагнитными помехами делает данные системы востребованным технологическим решением.

Несмотря на эти преимущества, существующие приборы АОЛС остаются довольно дорогими и обладают большими массогабаритными характеристиками. Таким образом, задача создания миниатюрного оптического терминала для внутриобъектовой связи становится всё более актуальной.

В ходе работы были собраны два макета оптического терминала внутриобъектовой связи. Основным назначением данных устройств является двунаправленная передача излучения между торцами двух оптических волокон через свободное пространство. Для совмещения каналов приема и передачи использовался дуплексер(рисунок 1) – моностатический оптический приемопередатчик, представляющий собой два оптоволокна, объединенных приемопередающим стыком – ферулой. Ферула представляет собой керамическую втулку с многомодовым волокном с размером сердцевины 62.5 мкм. Данное решение позволяет уменьшить размер устройства и исключить необходимость обеспечения параллельности нескольких оптических осей. Для обеспечения возможности автоматического наведения макетов друг на друга в конструкцию были включены шаговые двигатели с установленными на их валы эксцентриками.

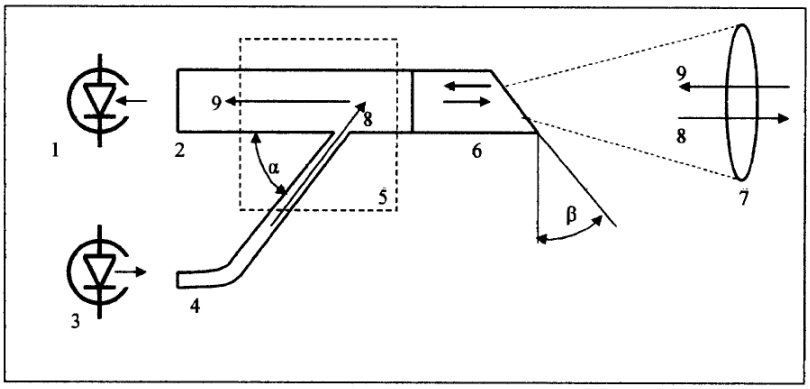


Рисунок 1 – Схемотехническое изображение моностатического оптического приемопередатчика и принципа его работы

ИМИТАТОР РАБОТЫ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ

Д.Р. Коваленков
Научный руководитель – Суворов Д.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются математические модели и методы генерации случайных процессов, имитирующих внешние воздействия на инерциальные датчики.

1. Введение

Имитационное моделирование позволяет проводить испытания инерциальных навигационных систем в условиях реальных внешних возмущений без натурных экспериментов.

2. Классификация погрешностей и возмущений

- Инструментальные погрешности микромеханических датчиков (шум квантования; случайное блуждание угла; нестабильность нуля, случайное блуждание скорости).
- Внешние возмущения (атмосферная турбулентность; механические вибрации и акустическое давление; температурные изменения).

3. Необходимость имитационного моделирования случайных процессов

Реальные датчики подвержены ошибкам, которые невозможно полностью скомпенсировать калибровкой. Генерация реалистичных шумов и возмущений позволяет оценить точность навигации в условиях, воспроизводящих статистические свойства реальной среды.

4. Типы математических моделей для генерации шумов и возмущений

- Базовые случайные процессы: белый гауссовский шум, процесс Гаусса-Маркова 1-го порядка.
- Модели турбулентности: спектральные модели Драйдена и фон Кармана, структурная функция с законом «2/3» Колмогорова.

5. Верификация

- Сравнение выборочных дисперсий, автокорреляционных функций и спектральных плотностей с теоретическими.
- Оценка адекватности модели с помощью метода вариации Аллана.

6. Заключение

Разработанная математическая модель и методы генерации случайных процессов позволяют имитировать реальные условия эксплуатации инерциальных датчиков без дорогостоящих испытаний. Это даёт возможность тестировать и отлаживать алгоритмы навигации, а также оценивать их точность ещё на этапе проектирования.

Библиографический список

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть I. – М.: МАКС Пресс, 2011. – 132 с.

2. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть II. – М.: МАКС Пресс, 2012. – 172 с.

3. Архипов А.В., Тимошенков А.С. Методы оценки случайных погрешностей микромеханических датчиков // Инженерный вестник Дона, 2014, № 2.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИОННО-ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КВАДРУПОЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ FOCUS PS

Д.В. Наянов

Научный руководитель – Трубицын А.А., д-р физ.-мат. наук, профессор

Квадрупольные масс-спектрометры широко применяются в аналитическом приборостроении. Традиционные гиперболические или цилиндрические электроды требуют высокой точности изготовления и сборки, что удорожает производство. Перспективным упрощением конструкции является переход к системам с плоскими электродами, изготавливаемым методами штамповки или лазерной резки. Цель работы — численное исследование ионно-оптических характеристик квадруполя с плоскими электродами и оценка возможности сохранения селективных свойств при отклонении от идеальной геометрии.

Моделирование проводилось в специализированном программном комплексе «Focus Planar System», реализующем метод граничных элементов. Данный пакет обеспечивает высокую точность расчёта поля для электродов сложной формы и позволяет анализировать фокусирующие свойства высших порядков. В вычислительном эксперименте варьировались параметры инжекции ионов с учётом фазовых характеристик высокочастотного поля. Траекторный анализ в модуле Path_D с трёхмерной визуализацией показал возможность устойчивого пролёта ионов в пределах апертуры анализатора при определённой конфигурации плоских электродов.

Результаты свидетельствуют, что плоские электроды способны формировать электрическое поле, близкое к квадрупольному, и обеспечивать селекцию ионов без критической потери разрешающей способности.

Библиографический список

1. Слободенюк, Г.М. Квадрупольные масс-спектрометры. – М.: Атомиздат, 1974. – 272 с.

2. Трубицын А.А. Корреляционный метод поиска угловой фокусировки высших порядков // Журнал технической физики. – 2001. – Т. 71, вып. 5. – С. 126–127.

РАЗРАБОТКА МИКРОФОКУСНОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ В ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

М.С. Новикова

Научный руководитель – Трубицын А.А., д-р физ.-мат. наук, профессор

Микрофокусные рентгеновские трубки являются одним из важнейших элементов современной диагностической аппаратуры и используются во многих областях медицины, промышленности и науки благодаря своей способности создавать высококачественное изображение объектов малого размера с высокой степенью детализации.

Одним из ключевых направлений развития стало снижение лучевой нагрузки на пациента. Корейские специалисты предложили ряд решений на основе углеродных нанотрубок (УНТ): вакуумная изоляция и импульсное управление позволяют быстро включать и выключать трубку, минимизируя ненужное облучение [1]; компактные трубки с холодным катодом обеспечивают управление эмиссией электронов с меньшим нагревом, что снижает энергопотребление и повышает надёжность [2]; сравнение биполярного и униполярного управления показало, что биполярная схема обеспечивает большую стабильность и упрощает конструкцию системы [3]; Портативные системы для чрезвычайных ситуаций демонстрируют возможность быстрой диагностики в полевых условиях.

Одним из наиболее перспективных направлений является работа микрофокусных рентгеновских трубок в телескопическом режиме. Использование телескопического режима существенно расширяет функциональные возможности приборов. В результате удаётся получить увеличенное изображение объекта с сохранением высокого разрешения.

Развитие микрофокусных рентгеновских трубок в телескопическом режиме — это не просто техническое усовершенствование, а шаг к качественно новому уровню диагностики и контроля. Постоянное совершенствование технологий, внедрение новых материалов и режимов работы делают этот инструмент необходимым элементом многих производственных и научных процессов. Несмотря на существующие технические сложности, дальнейшее развитие данного направления обещает принести множество полезных открытий и улучшений в самые разные сферы человеческой деятельности.

Библиографический список

1. Jongmin Lim, Amar P. Gupta, Hangyeol Park, Jinho Choi, Jaeik Jung, JaekyuJang, Seung Jun Yeo, Jeung Sun Ahn, Byeong-No Lee, Moon Shik Chae,Jehwang Ryu, et.al. X-ray tube based on carbon nanotube field emitter for lowdose mini C-arm fluoroscopy // SPIE Medical Imaging 2022: Physics of Medical Imaging. Vol. 11595. No. 1159539.

2. Jongmin Lim, Amar Prasad Gupta, Jaeik Jung, Jaekyu Jang, Jinho Choi, Shalini Rajpoot, Seung Jun Yeo, Jeung Sun Ahn, Jehwang Ryu et.al. Compact x-ray tube based on carbon nanotube cold cathode emitter for handheld type x-ray application // SPIE Medical Imaging 2022: Physics of Medical Imaging. Vol. 12031. No. 120314H.

3. Jongmin Lim, Amar Prasad Gupta, Mrinal Bhusal Sharma, Seung Jun Yeo,Jeung Sun Ahn, Jehwang Ryu et.al. Carbon nanotube x-ray tube with bipolar operation for dental application // SPIE Medical Imaging 2023: Physics of Medical Imaging. Vol. 12463. No. 124634K.

СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ НЕШТАТНОГО СРАБАТЫВАНИЯ. СТУПЕНИ ЗАЩИТЫ. ВИДЫ, РЕАЛИЗАЦИЯ И ИХ КОМБИНАЦИЯ

Н.Д. Раевский

Научный руководитель – Суворов Д.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается важная проблема несвоевременного и нештатного срабатывания пиросредств, способы борьбы с этим и их комбинирование в современных системах.

1. Введение: почему нештатное срабатывание недопустимо и какие факторы его вызывают

- Определение нештатного срабатывания (ложное, преждевременное, от внешних воздействий).
- Анализ причин: электростатика, наводки, дребезг контактов, сбои питания, ошибки ПО, воздействие радиации/ЭМИ, вибрации.
- Цель доклада: систематизация способов защиты — от элементарного фильтра до многоступенчатых архитектур.

2. Классификация способов защиты по природе воздействия (аппаратные, логические, структурные)

- Аппаратные: фильтры, развязки, ключи, контроль целостности линии.
- Логические: временные задержки, кодовые последовательности, подтверждающие команды.
- Структурные: резервирование, разделение цепей, экранирование, заземление.
- Краткое введение в понятие «ступени защиты» (последовательные барьеры).

3. Первая ступень: защита входных цепей и цепей питания

- Подавление высокочастотных наводок и бросков (RC-фильтры, диоды Шоттки, TVS-диоды, варисторы).
- Защита от обратной полярности и перенапряжения.
- Гальваническая развязка (оптроны, трансформаторы) — её роль в разрыве паразитных путей тока.

- Пример реализации: входной каскад с фильтром нижних частот и ограничителем.

4. Вторая ступень: логическое кодирование команды на подрыв

- Отказ от простого «уровня» (0 или 1) — переход к временным или кодовым протоколам.
- Метод «временного окна»: команда принимается только если импульс длится строго заданное время.
- Метод двух независимых командных слов (последовательный ввод кода, сравнение с эталоном).
- Использование тактированной шины с CRC-контролем (например, SPI с битом чётности).
- Реализация на микроконтроллере: программная проверка перед подачей разрешения на ключ.

5. Третья ступень: аппаратные ключи и схемы «монтажного И» (архитектурные комбинации)

- Последовательное включение двух независимых ключей (например, МОП-транзистор + тиристор) — неисправность одного не приводит к ложному подрыву.
- Схема «два ключа и логическое И»: подрыв только при одновременном замыкании двух разных управляющих сигналов.
- Использование пиростартерных драйверов со встроенной диагностикой (например, диагностика обрыва и короткого замыкания).
- Реализация: ключи на разных тактовых генераторах или разных источниках питания для исключения общей точки отказа.

6. Комбинированные методы: многоступенчатая защита на примере разработанного блока

- Конкретная комбинация, реализованная в дипломной работе: *DC/DC преобразователь на входе по питанию обеспечивающий гальваническую развязку → Проверка целостности цепей → Инерциальный выключатель → Контроль обрыва внешнего питания → Контроль вылета изделия → Использование CAN протокола для приема и передачи команд*
- Логика работы: по шагам от получения внешней команды до подачи тока на пиропатрон.
- Как каждая ступень отсекает определённый класс отказов (пример: электрические наводки отсекается фильтром, сбой МК — невозможностью открыть ключ без корректного кода).

МОДЕЛИРОВАНИЕ СУММАТОРА МОЩНОСТИ НА МИКРОПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЯХ

Д.О. Бирюков
Научный руководитель – Горлин О.А., канд. техн. наук, доцент

В работе рассмотрены особенности построения и функционирования сумматоров мощности на полосковых линиях передачи. Данный тип устройств широко используется в современных радиолокационных станциях и системах связи

СВЧ-диапазонаблагодаряспособности объединять сигналы с минимальными потерями и высокой точностью распределения мощности.

Сумматор мощности представляет собой мостовую схему, выполненную на отрезках полосковой линии. За счёт особенностей конструкции такие устройства позволяют складывать сигналы нескольких каналов без применения громоздких объёмных элементов, что критически важно для малогабаритной СВЧ-аппаратуры.

Практически работа сумматора мощности заключается в распределении входных сигналов между выходными плечами с заданным коэффициентом деления. Выраженным примером возможности управления мощностью является применение направленных ответвителей и мостовых схем, связь между элементами в которых осуществляется за счёт краевых полей и полей излучения.

Особенно эффективны полосковые сумматоры в фазированных антенных решётках и мощных передатчиках, где традиционные объёмные конструкции проигрывают в массогабаритных характеристиках, однако их техническая реализация сопряжена с компромиссом между габаритами и электрическими характеристиками, а также с обеспечением теплового режима.

Основными задачами при проектировании сумматора мощности на полосковых линиях являются обеспечение малого коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН), минимального переходного ослабления, а также согласование всех портов для снижения потерь. В зависимости от требований к системе используются различные виды сумматоров, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Сложность разработки полосковых сумматоров обусловлена тем, что расчёт и моделирование выполняются приближённо из-за влияния краевых полей и полей излучения. Размеры схем приходится отрабатывать путём перебора множества вариантов, что делает компьютерное моделирование в среде CST StudioSuite необходимым этапом проектирования.

Таким образом, сумматоры мощности на полосковых линиях обладают значительным потенциалом в современных радиосистемах. Их малые габариты, возможность интеграции и перспективы дальнейшего развития полосковых технологий делают их эффективным решением для создания усилителей мощности в составе радиолокационных станций и систем связи СВЧ-диапазона.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ

В.А. Данилко
Научный руководитель – Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются особенности, структура и перспективы развития источников питания светодиодных светильников.

В результате работы были изучены основные особенности и разновидности источников питания светодиодных светильников.

Были изучены основные структурные элементы светодиодных драйверов, которые во многом повторяют типовые схемы источников питания, за исключением некоторых элементов. К таковым, в частности, можно отнести корректор

коэффициента мощности, защита от микросекундных импульсных помех и от перегрева.

Были рассмотрены основные подходы к реализации данных структурных элементов. В частности, были приведены основные способы построения активного корректора коэффициента мощности с использованием схем на основе повышающего преобразователя. Помимо этого упомянуты другие методы реализации данного элемента такие как безмостовая схема (Totem-pole) и схема типа Valley-fill. Также были приведены типовые методы защиты от микросекундных импульсных помех с использованием накопительного конденсатора или варисторов.

Рассматривая тенденции рынка, было подытожено, что основные подходы направлены на увеличение эффективности, уменьшение габаритов, увеличение срока службы и прочие улучшения параметров драйверов, а также стремление сделать управление ими более гибким, удобным, автоматизированным, в том числе используя средства искусственного интеллекта.

Библиографический список

1. В.Е. Бугров, К.А. Виноградова. Оптоэлектроника светодиодов. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 174 с.

2. Клыков Михаил Евгеньевич. Управляющая аппаратура для светодиодов и разрядных ламп: Учебное пособие для высших учебных заведений / М.Е. Клыков. – Москва, 2021. – 156 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ И РЭА

А.О. Королев

Научный руководитель – Климаков В.В., канд. техн. наук, доцент

Электронная промышленность традиционно опирается на субтрактивные методы производства, что ограничивает скорость прототипирования и свободу конструктивных решений. Аддитивные технологии (АТ) открывают возможность оперативного изготовления единичных и малосерийных изделий радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). В работе рассмотрены ключевые направления применения АТ в данной области и перспективы их развития.

Одно из направлений — печать токопроводящих дорожек на готовой подложке с помощью паст и аэрозолей. Примером реализации служит система Voltera V-One, которая представляет собой фрезерный станок с числовым программным управлением, оснащённый сменными картриджами, в том числе диспенсером паяльной пасты. Устройство позволяет изготавливать прототипы печатных плат в течение нескольких часов непосредственно в лаборатории.

Второе направление — струйная печать специализированными чернилами. 3D-принтер DragonFly IV+ использует чернила с наночастицами металлов, отверждаемые инфракрасным излучением, и фотополимерные диэлектрические смолы. Такой подход даёт возможность формировать трёхмерные печатные платы вплоть до шестого класса точности, объединяя в одной детали проводники и изолирующие слои.

Значительный интерес представляет изготовление компонентов РЭА с помощью комбинации различных методов печати. Например, при производстве литий-ионных

аккумуляторов совместно применяются технологии послойного наплавления (FDM), струйной печати (InkJet), стереолитографии (SLA) и робокастинга (DIW). Каждая часть батареи формируется тем способом, который обеспечивает наилучшие электрохимические и механические характеристики.

Перспективным методом остаётся печать печатных плат послойным наплавлением. Модернизированная кинематическая схема IDEX для FDM-принтеров и применение композитных термопластов с медным наполнением либо специализированных головок для печати медной проволокой или пастой расширяют возможности быстрого прототипирования многослойных структур.

Таким образом, аддитивные технологии в производстве электроники и РЭА обеспечивают существенное сокращение времени разработки и беспрецедентную свободу дизайна. Совершенствование материалов и аппаратного оснащения позволит в ближайшем будущем перейти от опытных образцов к серийному выпуску уникальных радиоэлектронных устройств, нереализуемых традиционными методами.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОСЧЕТЧИКА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Г.А. Самохвалов
Научный руководитель – Фефелов А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе представлены результаты исследования температурного влияния на измерительные характеристики устройства на базе микроконтроллера STM32F103 со встроенным аналого- цифровым преобразователем.

Актуальность работы определяется широким применением микроконтроллерных измерительных систем в промышленной, энергетической, бытовой и встраиваемой аппаратуре, где изменение климатических условий способно вызывать дрейф параметров АЦП и аналогового тракта, снижая точность и стабильность результатов измерений.

В работе рассмотрены основные источники погрешности АЦП и измерительного тракта: ошибка квантования, смещение нуля, ошибка усиления, дифференциальная и интегральная нелинейности, нестабильность опорного напряжения и влияние входных RC-цепей. Экспериментальные исследования проводились на разработанном макете измерительного устройства. На вход платы подавалось фиксированное постоянное напряжение 1,596 В, измерения выполнялись по сырым кодам встроенного АЦП без преобразовательной части измерительного тракта. Плата помещалась в климатическую камеру, температура изменялась в диапазоне от минус 50 до плюс 80 С с шагом 10 С. В каждой температурной точке регистрировался массив порядка 500 тысяч отсчетов, после чего выполнялась статистическая обработка полученных данных. По результатам испытаний установлено, что температура вызывает устойчивое смещение среднего значения выходного кода АЦП, однако абсолютная величина этого смещения невелика. Максимальное отклонение относительно эталонного значения 1,596 В составило

около 2,26 мВ, что соответствует 0,142 % от измеряемого напряжения, а полный размах изменения по температурному диапазону составил около 4,27 мВ, или 0,268 %. Практическая значимость работы состоит в формировании методики температурных испытаний и базового уровня сравнения для последующих исследований.

В дальнейшем планируется проведение аналогичных испытаний для отечественного микроконтроллера НИИЭТ, сравнительный анализ температурной устойчивости решений, а при выявлении температурно-зависимых отклонений — разработка и проверка программных методов компенсации измерительной погрешности.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ И ВЛИЯНИЯ АСИММЕТРИИ ТЯГОВОГО ТОКА В РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

М.Е. Чулин
Научный руководитель – Сережин А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются теоретические основы и практические аспекты измерения асимметрии тягового тока в рельсовых цепях железнодорожного транспорта. Анализируются существующие методы измерения и исследуются влияние асимметрии на работу устройств железнодорожной автоматики.

Асимметрия тягового тока является одной из ключевых причин ухудшения рабочих характеристик устройств сигнализации, централизации и блокировок (СЦБ), возникающая из-за различий в продольном сопротивление рельсов и переходных сопротивлений рельс-земля, а также вследствие загрязнений, повреждения стыков и соединителей, при этом допустимая асимметрия обратного тягового тока ограничивается значениями порядка нескольких процентов в зависимости от типа электротяги и нормативных требований, превышения которых может приводить к смещению режима работы дроссель-трансформатора (ДТ), росту помех и снижению надежности рельсовых цепей.

Выделяют два вида асимметрии: поперечную (по изоляции, из-за заземления одной нити) и продольную (по сопротивлению, из-за дефектов стыков или засорения балласта), что приводит к искажению магнитного режима ДТ, помехам в сигнальном токе, ложным срабатываниям путевых реле, сбоям в устройствах СЦБ и АЛСН, снижая надежность автоматики. Для измерения применяют: прибор ИПС-01 (с клещами КЭИ-ПЭ до 500 А, варианты для постоянного/переменного тока, погрешность около 5%), осциллографы с преобразователями тока (ТК1/ТК2, датчики Холла), преобразователи А9-1 (индуктивный метод для переменного тока, до 300 А, с поправочными коэффициентами для рельсов). Эти методы обеспечивают точный контроль, своевременное выявления отклонений и предотвращение сбоев в железнодорожной автоматике.

Проведение исследования показало, что асимметрия тягового тока существенно влияет на надежность систем железнодорожной автоматики, при этом превышение допустимых значений приводит к искажению сигналов и сбоям в работе устройств СЦБ.

Подсекция «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.Ю. Каменнов
Научный руководитель – М.Н. Махмудов, канд. физ.-мат. наук, доцент

Современное производственное предприятие представляет собой сложный комплекс электроприёмников различного назначения, к бесперебойной работе которых предъявляются высокие требования. Нарушения электроснабжения приводят к значительным экономическим потерям, связанным с простоем оборудования, браком продукции, повреждениями технологической оснастки. В условиях роста тарифов на электроэнергию и ужесточения требований к её качеству актуальной задачей становится комплексный анализ систем электроснабжения (СЭС) промышленных предприятий с целью выявления резервов повышения их надёжности и энергоэффективности [1].

Целью работы является анализ системы электроснабжения производственного предприятия на примере машиностроительного завода и разработка рекомендаций по её модернизации. В рамках исследования решались следующие задачи: расчёт электрических нагрузок методом упорядоченных диаграмм; проверка выбора сечений кабельных линий и силовых трансформаторов; расчёт токов короткого замыкания; оценка показателей качества электроэнергии и надёжности электроснабжения; технико-экономическое обоснование предлагаемых мероприятий [2].

В качестве объекта исследования принята двухтрансформаторная подстанция 10/0,4 кВ с силовыми трансформаторами ТМ-1000/10 и распределительная сеть 0,4 кВ, питающая потребителей I и II категории надёжности. Расчётная максимальная нагрузка предприятия составила Рр = 1420 кВт, коэффициент загрузки трансформаторов – 0,79. Расчёт токов трёхфазного короткого замыкания на шинах 0,4 кВ дал значение 18,6 кА, что согласуется с коммутационной способностью установленной защитной аппаратуры. Анализ показателей качества электроэнергии выявил отклонение коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности до 3,8 %, что превышает нормативное значение по ГОСТ 32144-2013 [3].

По итогам анализа предложен комплекс технических мероприятий: замена устаревших трансформаторов на энергоэффективные ТМГ-1000/10, установка батарей статических конденсаторов для компенсации реактивной мощности и симметрирующих устройств на шинах 0,4 кВ. Расчётная экономия электроэнергии составляет 142 тыс. кВт·ч в год, срок окупаемости мероприятий – 3,7 года. Научная новизна работы состоит в адаптации методики комплексной оценки СЭС к условиям конкретного предприятия с учётом нелинейности и несимметрии нагрузки; практическая значимость – в возможности применения предложенных решений при модернизации действующих объектов электроснабжения.

Библиографический список

1. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 2014. – 368 с.

2. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для вузов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2018. – 672 с.

3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОВОДОВ ТИПА Z В ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

И.Н. Молодцов

Научный руководитель – Круглов С.А., д-р техн. наук, доцент

В условиях интенсивного роста электропотребления и ограниченности территорий для строительства новых линий электропередачи (ЛЭП) особую актуальность приобретает задача увеличения пропускной способности существующих электросетевых объектов. Традиционные сталеалюминевые провода марки АС имеют ряд недостатков, связанных с низким коэффициентом заполнения сечения (75–80%), что при больших передаваемых мощностях приводит к увеличению диаметра провода, росту ветровых и гололедных нагрузок на опоры, а также к значительным потерям на корону. Одним из перспективных решений является применение проводов нового поколения с фасонными проволоками (типа Z), конструкция которых обеспечивает высокую степень уплотнения токоведущего слоя.

Исследование показало, что основной технический эффект от применения проводов типа Z достигается за счет снижения потерь на корону. Гладкая внешняя поверхность компактных проводов обеспечивает более равномерное распределение электрического поля, снижая максимальную напряженность на поверхности провода. Для линий классом напряжения 110кВ и выше потери на корону могут быть уменьшены в 1,5–2,5 раза по сравнению с проводами традиционной конструкции.

Важным преимуществом проводов типа Z является возможность увеличения пропускной способности ЛЭП без реконструкции опор. При замене провода марки АС на провод типа Z с эквивалентной токопроводящей способностью наружный диаметр удается уменьшить, что позволяет сохранить существующие габариты линии и габариты траверс опор. В ряде случаев применение рассматриваемого типа проводов позволяет повысить токовую нагрузку на 20-30% без изменения конструкции опор. Это дает им преимущества при использовании в случаях модернизации линий электропередачи, связанных необходимостью увеличения передаваемой мощности по ЛЭП. Установлено, что конструкция проводов типа Z позволяет уменьшить стрелу провеса на 5-8 процентов.

Проведенное исследование позволяет сделать обоснованный вывод о том, что применение проводов типа Z в линиях электропередачи является высокоэффективным направлением модернизации и развития электросетевого комплекса.

ЗАМЕНА ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ НА ПС 110/10 кВ

Д.А. Царев
Научный руководитель – Суворов Д.В., канд. техн. наук, доцент

В ходе программы повышения надежности электросетевого комплекса практически завершена реконструкция подстанции «Ока» (110/10 кВ), схема которой показана на рисунке. Центральное событие – полная замена силовых трансформаторов. Это решение позволит устранить существующие инфраструктурные ограничения и обеспечить качественно иной уровень снабжения потребителей региона. Необходимость модернизации была вызвана длительной эксплуатацией оборудования и устойчивым ростом энергопотребления при важной роли подстанции как питающего центра для жилого сектора и предприятий.

Основными причинами замены оборудования стали физический и моральный износ трансформаторов, проработавших несколько десятилетий и уже не соответствующих современным требованиям энергоэффективности, а также рост нагрузок из-за увеличения количества бытовой техники у населения и подключения новых производственных мощностей. Кроме того, старое оборудование более подвержено аварийным отключениям и требует частого ремонта.

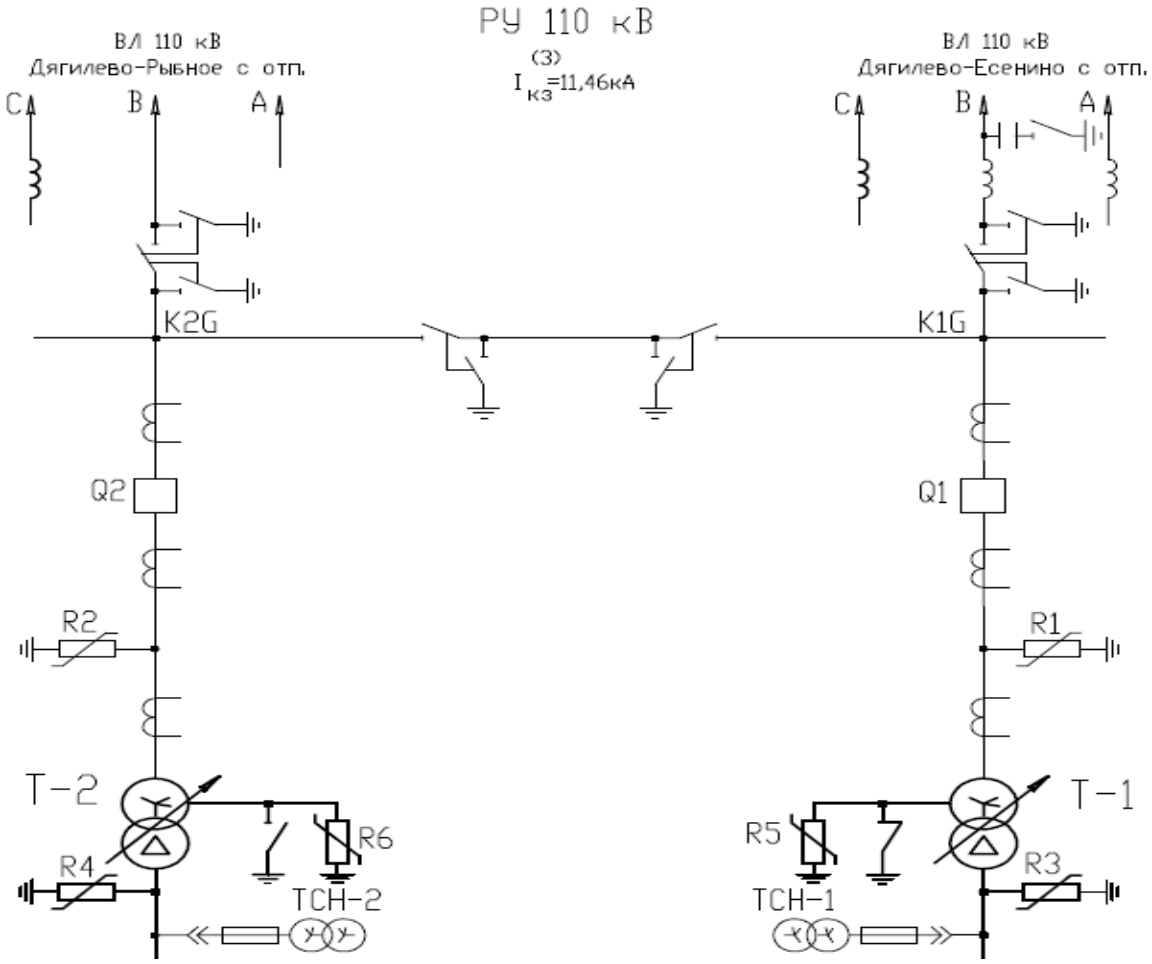


Рисунок – схема подстанции Ока 110/10 кВ после замены трансформаторов

На данной схеме видно, что установлены новые трансформаторы, что обеспечивает большую надежность, и дает возможность подключения новых потребителей.

Также был рассчитан коэффициент загрузки трансформаторов, имеющий значение 0,58, что соответствует допустимым значениям.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ С ПОВЫШЕННОЙ НАГРУЗКОЙ НА СИСТЕМУ ВОДООТВЕДЕНИЯ (БАССЕЙН «РАДИОВОЛНА» РГРТУ)

Б.Саид
Научный руководитель - Фефелов А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по разработке гибридной системы электроснабжения для объектов с постоянной циркуляцией воды. На примере бассейна «Радиоволна» РГРТУ показано, как энергию движущегося потока можно превратить в полезную электроэнергию. Основой служит микро-ГЭС, встроенная в циркуляционный контур, а ветроустановка выполняет роль вспомогательного источника, особенно ценного в сезоны, когда гидроресурс падает.

Согласно методикам, описанным в [1, 3], расчёт гидравлической мощности выполняется по формуле P = □·□·g·Q·H. Используя реальные данные расхода воды за 2023–2024 годы (средний Q ≈ 0,001 м³/с), при напоре 6 м и КПД 70% получили среднюю мощность около 42 Вт и годовую выработку до 175 кВт·ч. Этого достаточно для автономного питания автоматики, датчиков и дежурного освещения, как отмечено в руководствах по малой гидроэнергетике [4].

Для ветряка выбрана горизонтально-осевая установка (диаметр ротора 10 м, высота мачты 18–20 м) с номинальной мощностью около 1 кВт. Расчёт по среднемесячным скоростям ветра в Рязани, выполненный по стандартной методике [2, 5], показал: минимальная выработка летом — 115 кВт·ч (июнь), максимальная осенью — 1094 кВт·ч (октябрь), а годовая выработка составляет примерно 6300 кВт·ч. При годовом потреблении бассейна 30–40 тыс. кВт·ч доля ветроэнергии достигает 15–20%. Возникает эффект сезонной компенсации: летом, при слабом ветре, гидрочасть стабильна; зимой, при возможном снижении водного потока, ветер берёт нагрузку на себя. Это впервые количественно описано для такого типа объектов.

Научная новизна работы — впервые выполнен детальный гидрорасчёт по фактическим данным именно для бассейна «Радиоволна»; впервые предложена гибридная схема «вода+ветер» для здания с повышенной нагрузкой на водоотведение. Практическая значимость: снижение закупки энергии до 20%, создание учебного полигона ВИЭ в университете, сокращение выбросов CO_2 (~1,5–2 т/год), повышение надёжности благодаря двум независимым источникам.

Библиографический список

1. Касаткин А.Г., Егоров В.А. Гидроэнергетика. – М.: Энергоатомиздат, 2011.
2. Тимофеев В.Н. Возобновляемые источники энергии. – М.: Форум, 2019.
3. Рожков Ю.К., Воробьёв С.Н. Микро- и мини-ГЭС. – СПб.: Питер, 2016.
4. UNIDO. Manual on Small Hydropower Plants. – Vienna, 2010.
5. IEA. Renewables 2023 – Analysis and forecast to 2028.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 110/10 кВ

А.С. Деминцев
Научный руководитель – Сережин А.А., канд. техн. наук, доцент

Современные энергосистемы требуют постоянной модернизации вследствие роста энергопотребления, ужесточения требований к надёжности и качеству электроэнергии, а также физического и морального износа оборудования. Одним из ключевых узлов сетей среднего и высокого напряжения являются подстанции 110/10 кВ, которые осуществляют трансформацию и распределение энергии между потребителями. В условиях растущей нагрузки и цифровизации энергетики реконструкция подобных объектов становится крайне важной задачей, обеспечивающей устойчивость и эффективность работы всей энергосистемы. Основная цель данного исследования — всесторонне проанализировать реконструкцию подстанции 110/10 кВ, направленную на повышение надёжности, энергоэффективности и соответствия современным требованиям электроснабжения.

Исследование реконструкции подстанции 110/10 кВ охватывает комплексный диапазон вопросов: технические, экономические, эксплуатационные и нормативные аспекты. Это позволяет обосновать необходимость модернизации, определить оптимальные решения и оценить их эффективность [1]. Потери энергии в сетях являются неизбежной характеристикой процессов передачи, распределения и потребления. Они возникают по причинам сопротивления проводников, излучениям электромагнитных полей, реактивной мощности, потерь в трансформаторах и технологических факторов энергопотребления. Для минимизации потерь следует внедрять современные технологии передачи энергии, регулярно проводить обслуживание оборудования и оптимизировать режимы работы энергосистем.

Результаты анализа эффективности модернизации демонстрируют:

- повышение надёжности электроснабжения на 75%;
- снижение энергопотерь на 5–10%;
- снижение затрат на содержание электрооборудования на 7–10% [2].

Успешная моддернизация подстанции обеспечивает стабильное и эффективное электроснабжение потребителей, что существенно влияет на обеспечение энергетической безопасности региона.

Библиографический список

1. Реконструкция и техническое перевооружение распределительных электрических сетей: учебное пособие для СПО / В.Я. Хорольский, А.В. Ефанов, В.Н. Шемякин, А.М. Исупова. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 107-109 с.

2. Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение: учебное пособие / Г.В. Шведов, О.В. Сипачева, О.В. Савченко; под редакцией Ю.С. Железко. — Москва : МЭИ, 2013. -77 – 82 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

И.Д. Гусев
Научный руководитель – Тарабрин Д.Ю., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время, в связи с развитием цифровых технологий, в качестве защиты от коротких замыканий и перегрузок в электросетях широко применяются комплексы микропроцессорной релейной защиты и автоматики (МПРЗА). Использование микропроцессорной техники и сложных программно-аппаратных комплексов позволило значительно расширить функциональность систем релейной защиты. Кроме основной функции релейной защиты – выявления и аварийного отключения участка электросети, МПРЗА также способны осуществлять мониторинг, диагностику и управление системой электроснабжения, регистрировать и осциллографировать сигналы, а также поддерживают возможность интеграции в АСУТП [1]. Однако МПРЗА не лишены и недостатков [2].

В докладе рассматривается вопрос целесообразности применения МПРЗА как вида релейной защиты при реконструкции систем электроснабжения. При этом рассмотрены основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты, определены преимущества и недостатки систем МПРЗА, а также проведен сравнительный анализ микропроцессорных и электромеханических релейных защит по ключевым параметрам, таким как быстродействие, точность, стоимость, надежность и т.д. [3].

По итогам анализа был сделан вывод, что применение МПРЗА будет более оправдано в таких электросетях, где требуются быстродействие, точность, многофункциональность, а также небольшие габариты. В то время как в системах, где важны надежность, долговечность, ремонтопригодность, дешевизна и устойчивость к внешним воздействиям наиболее разумным выглядит использование традиционных электромеханических реле.

Библиографический список

1. Смородин, Г. С. Микропроцессорные устройства релейной защиты / Г. С. Смородин, В. С. Лысенко, Д. А. Копейкин, А. А. Гафаров. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 29 (133). — С. 136-138. — URL: https://moluch.ru/archive/133/37131.

2. Долбилова, Е. Г. Основные направления развития систем релейной защиты и автоматики, проблемы и недостатки в МикроПроцессорной защите / Е. Г. Долбилова, М. В. Наконечный // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2012. – Т. 1. – С. 101-105. – EDN SEETXL.

3. Соколов И. П. Сравнительный анализ различных типов РЗА // Вестник науки. 2025. №6 (87). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-razlichnyh-tipov-rza (дата обращения: 14.04.2026).

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С СОЛНЕЧНЫМИ БАТАРЕЯМИ НА ОСНОВЕ ПРИОРИТИЗАЦИИ СУТОЧНОЙ ГЕНЕРАЦИИ

В.В. Дешов
Научный руководитель - Суворов Д.В., канд. техн. наук, доцент

В системах электроснабжения с интеграцией фотоэлектрических установок актуальной задачей является эффективное управление энергопотоками в условиях неравномерной суточной генерации [1]. Переменный характер выработки солнечной энергии требует применения адаптивных алгоритмов распределения ресурсов между источниками, накопителями и внешней сетью. В связи с этим предлагается подход, основанный на приоритизации использования энергии в зависимости от ее доступности.

Алгоритм управления реализует следующие принципы:

- первоочередное использование текущей фотоэлектрической генерации для покрытия нагрузки;
- использование накопленной энергии аккумуляторных батарей при недостатке генерации;
- подключение внешней электрической сети в качестве резервного источника при дефиците энергии;
- направление избыточной генерации на заряд аккумуляторов.

Система управления выполняет следующие функции [2]:

- мониторинг генерации, нагрузки и состояния накопителей;
- прогнозирование суточного профиля выработки;
- управление режимами заряда и разряда аккумуляторов;
- оптимизация распределения энергопотоков.

В нормальном режиме нагрузка покрывается за счет солнечной генерации, а избыток энергии аккумулируется. При снижении генерации используется накопленная энергия, а при ее недостатке - внешняя сеть. Такой подход обеспечивает непрерывность электроснабжения и снижение зависимости от внешних источников.

Реализация метода позволяет повысить коэффициент использования установленной мощности, снизить потери энергии и увеличить автономность системы. Дополнительно достигается снижение нагрузки на сеть и продление срока службы аккумуляторов за счет оптимизации режимов их работы.

Таким образом, приоритизация суточной фотоэлектрической генерации является эффективным инструментом повышения энергоэффективности систем электроснабжения с распределенной генерацией.

Библиографический список

1. Ларионов В.Г. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие. - М.: Энергоатомиздат, 2020. - 256 с.

2. Костюков В.Н., Соколов А.А. Системы электроснабжения с распределенной генерацией. - СПб.: Политехника, 2019. - 312 с.

3. Герасимов А.А. Электроэнергетические системы и сети: учебное пособие. - М.: КноРус, 2020. - 304 с.

4. Белов Г.А. Электроснабжение с использованием возобновляемых источников энергии. - М.: Энергоатомиздат, 2021. - 280 с.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДОМОХОЗЯЙСТВА С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В.В. Кирюхин
Научный руководитель – Махмудов М.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент

Автономное электроснабжение частного домохозяйства, особенно в условиях удалённости от центральных сетей или нестабильного централизованного питания, требует комплексного подхода к проектированию гибридных систем на основе возобновляемых источников энергии. Актуальность такой задачи возрастает с каждым годом в связи с ростом тарифов на электроэнергию и повышением доступности «зелёных» технологий. В работе была рассмотрена возможность покрытия энергопотребления домохозяйства с помощью фотоэлектрических модулей (ФЭМ) и ветроэнергетических электроустановок (ВЭУ).

Расчёт системы всегда начинается с нахождения суточного потребления домохозяйства. Из чего в последствии мы вычисляем число ампер-часов в сутки, необходимое для покрытия нагрузки с учётом потерь в инверторе. Этот шаг важен, поскольку коэффициент полезного действия инвертора напрямую влияет на то, сколько энергии нужно выработать [1]. От правильности этого расчёта зависят решения по ёмкости батарей и, как следствие, капитальные затраты на всю систему. Далее, исходя из полученной суточной потребности в электроэнергии, было определено необходимое количество фотоэлектрических модулей. При этом учитывались пиковая мощность одного модуля, среднее количество солнечных часов в сутки на местности. Аналогичным образом было определено необходимое количество ветроэнергетических электроустановок – с учётом розы ветров, средней годовой скорости ветра и номинальной мощности одной ВЭУ.

Следующим шагом стал выбор, подходящий тип аккумуляторов. Учитывались такие критерии, как глубина разряда, срок службы и необходимость обслуживания. Наиболее применимыми для автономных жилых домов оказались герметичные необслуживаемые свинцово - кислотные аккумуляторы, а точнее гелиевые свинцово кислотные аккумуляторы [2]. После выбора типа была рассчитана суммарная необходимая ёмкость аккумуляторной батареи, причём с обязательным резервированием на дни отсутствия выработки. Для этого использовался коэффициент автономии. После подбора генерирующих элементов и аккумуляторов были выбраны ключевые компоненты системы преобразования и управления. А именно, выбран инвертор – по критериям номинальной и пиковой мощности, чистоте выходного синуса, а также по соответствию номинальному напряжению аккумуляторной батареи. Дополнительно выбрано зарядное устройство, обеспечивающее правильные алгоритмы заряда выбранного типа аккумуляторов.

Составление проекта автономной гибридной системы электроснабжения с учётом данных последовательных расчётов является обязательным условием для любого типа домохозяйства, претендующего на энергонезависимость. При этом важно помнить, что реальная выработка энергии всегда зависит от непредсказуемых погодных факторов, поэтому закладываемый резерв ёмкости аккумуляторов должен быть не ниже минимально рекомендуемого для конкретного региона. Таким образом, правильный выбор типа и ёмкости аккумуляторов, количества ФЭМ и ВЭУ, а также совместимых инвертора и зарядного устройства является залогом надёжной, безаварийной и экономически оправданной работы всей системы выработки электроэнергии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семёнов Б. Ю. Преобразовательная техника. Профессиональные решения. М. : Солон-Пресс, 2011. 280 с.

2 . ГОСТ 26881-86 Аккумуляторы свинцовые стационарные. Общие технические условия [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200005745 (дата обращения: 07.03.2026).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 6/0,4 КВ

Г.С. Макаров
Научный руководитель – Тарабрин Д.Ю., канд. техн. наук, доцент

Технические решения проекта соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории РФ и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных мероприятий.

Точка подключения электроустановки потребителя – распределительное устройство напряжением 6 кВ (РУ-6кВ) трансформаторной подстанции.

Электроснабжение нежилых помещений осуществляется по КЛ-0,4 кВ от проектируемой КТП-250/6/0,4 кВ киоскового типа.

КТП представляет собой сварную металлоконструкцию из стальных профилей, обшитых стальным листом, состоящую из трех отделений [1]:

- РУ высокого напряжения РУВН-6кВ;
- Отсека силового трансформатора;
- РУ низкого напряжения РУНН-0,4 кВ.

Отделения разделены металлическими перегородками с отверстиями для электрических соединений их между собой согласно схемы соединения КТП и имеет отдельные двери, которые запираются замками и имеет жалюзи для охлаждения установленных внутри аппаратов. Выполнение высоковольного ввода в РУ ВН и выводов в РУ НН – кабельный. Мощность силового трансформатора 250 кВА типа ТМГ. Способ выполнения нейтрали на стороне НН – глухозаземленная нейтраль. Установка КТП осуществляется на фундамент незаглубленного типа.

Значение напряжения на вводе в электроустановку нежилых помещений – 380В. По степени надежности электроснабжения электроприемники нежилых помещений отнесены к 3 категории [2].

Подключение проектируемых электроприемников осуществляется к электрической сети общего назначения, обеспечивающей электроэнергией в соответствии с показателями качества электроэнергии ГОСТ 32144 – 2013.

Проектной документацией предусмотрено:

- Установка КТП-250/6/0,4 киоскового типа на территории заявителя;
- Электроснабжение нежилых помещений от РУ-0,4 кВ КТП 250/6/0,4 одним кабелем марки ААБл-4х150, проложенным в траншее на глубине не менее 0,7 м от планировочной отметки земли.

Библиографический список

1. Сибикин, Ю. Д. Современные электрические подстанции : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. – 2-е изд., доп. – Москва : ИНФРА-М, 2025. – 417 с. – (Высшее образование). – DOI 10.12737/1861116. - ISBN 978-5-16-020064-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2157004 (дата обращения: 01.04.2026). – Режим доступа: по подписке.

2. Сталович В.В. Технико-экономическая оценка трансформаторных подстанций напряжением 6-10/0,4 кВ с различными типами высоковольтных распределительных устройств / Сталович В.В., Радкевич В.Н. // Вестник БНТУ. – 2011. – №3. – с. 26-40.

РЕКОНСТРУКЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ПУНКТА НАПРЯЖЕНИЕМ 10 КВ

А.А. Марков
Научный руководитель – Сережин А.А., канд. техн. наук, доцент

В качестве устройств РЗиА приняты микропроцессорные терминалы "Алтей-01", которые реализуют следующие функции автоматики и защиты [1]: токовые защиты от различных видов повреждений в зоне защищаемого объекта и в резервируемой зоне (токовая отсечка, максимальная токовая защита, с опциональным программным контролем направления мощности и пуском по напряжению, защита от однофазных замыканий на землю, защиты от перегрузки, обрыва фазы, несимметрии нагрузки, логическая защита шин); защита от дуговых замыканий с пуском по току и возможностью подключения точечных и/или петлевых волоконно-оптических датчиков, или внешних регистраторов дуговых замыканий; защита от повышения и понижения напряжения, защиту от потери питания; защита от перегрева токоведущих частей с помощью беспроводных датчиков Мелисса; специальные защиты электрических двигателей; частотная автоматика; автоматика управления выключателем (далее – АУВ); контроль измерительных цепей ТН; аварийная и предупредительная сигнализация.

В нормальном режиме питание модернизируемой РП осуществляется через вводные ячейки. В аварийных и ремонтных режимах возможно питание от одного ввода, с питанием другой секции через ячейку СВ. Проектом предусматривается реализация БАВР 10 кВ на базе существующего пускового устройства БАВР – БАВР_10_АПС. Устройство БАВР используется комплектно с быстродействующими вводными и секционным выключателями, что позволяет обеспечить бесперебойное электроснабжение потребителей. В ячейках ВВ и СВ предусмотрены цепи для подключения устройства БАВР.

Терминал БАВР выполняет следующие функции [2]:

в части блокировок:

– токовая блокировка (ТБ);

– блокировка при неисправности цепей напряжения (БНН);

в части автоматики управления:

– быстродействующий автоматический ввод резерва (БАВР);

– штатный (не быстродействующий) автоматический ввод резерва;

– восстановление нормального режима (ВНР);

в части измерения, осциллографирования и регистрации:

– индикация текущих величин тока и напряжения;

– индикация текущих положений коммутационного оборудования.

Библиографический список

1. Киреева Э.А. Цырук С.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем / М: Академия. – 2010. – 147 с.

2. Красник В. В. Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств / В.В. Красник. – М.: НЦ ЭНАС, 2010. – 512 с.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ ЦЕХА ПРЕДПРИЯТИЯ.

М.А. Сазиков

Научный руководитель – Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

При повышении надежности системы электроснабжения нужно правильно выбрать питающие трансформаторы, провода и кабели, добиться высокого уровня качества электроэнергии, обеспечить надежность электроснабжения для всех категорий потребителей.

После продолжительной эксплуатации системы электроснабжения появляется несколько проблем. Среди этих проблем можно выделить такие, как: несоответствие мощности трансформатора реальным нагрузкам сети, большая аварийность в связи с моральным и физическим устареванием оборудования, ухудшение качества электроэнергии, смещение центров нагрузки в связи с подключением новых потребителей.

Данные проблемы являются причиной частых внеплановых ремонтов, а также влекут за собой существенные потери электроэнергии. Помимо этого, существующее оборудование начинает работать в режимах, близких к максимально допустимым, что приводит к повышенному износу.

Объектом исследования является трансформаторная подстанция ТП-1440 предприятия ООО «Инвард»:

- Номинальное напряжение: 10/0,4 кВ
- Тип трансформатора: ТМГ-250/10
- Установленная мощность: 250 кВА
- Категория надёжности: III
- Фактическая нагрузка: 63,006 кВА

В процессе электротехнических расчетов были получены следующие результаты:

1. Расчетная мощность на ВРУ составляет 65 кВт.

2. Коэффициент загрузки равен 0,25, в то время как максимальное значение КПД возникает при коэффициенте загрузки 0,6-0,7.

3. Проверка по отклонению напряжения показала, что у потребителя отклонение напряжение составит максимум -2,061%.

4. По результатам расчета установили, что при использовании на ТП-1440 трансформатора ТМГ-250/10 в текущем режиме работы потери электроэнергии составят 6022,444 кВтч, или 1,161% от отпуска в сеть.

Предложены следующие технические решения:

- Внедрение системы автоматического управления
- Перераспределение нагрузок
- Подбор оптимального оборудования
- Установка современных устройств релейной защиты
- Внедрение систем мониторинга
- Установка компенсирующих устройств
- Оптимизация режимов работы

ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Н.А. Артемкин
Научный руководитель – Сережин А.А., канд. техн. наук, доцент

В условиях физического износа электрооборудования и роста аварийности актуальным является переход от планово-предупредительного ремонта к системе технического обслуживания по фактическому состоянию (ТОФС).

В работе рассмотрены основные методы неразрушающего контроля: тепловизионный контроль, позволяющий выявить перегревы контактов и очаги магнитных полей; виброакустическая диагностика для обнаружения дисбаланса и дефектов подшипников электрических машин; метод регистрации частичных разрядов (ЧР) для оценки состояния высоковольтной изоляции; хроматографический анализ газов (ХАРГ) и частотный метод FRA для диагностики силовых трансформаторов [1, 2]. Для оценки состояния изоляции обосновано применение коэффициента абсорбции и индекса поляризации, позволяющих выявить увлажнение и старение диэлектрических материалов [1].

Проанализированы технологии капитального ремонта силовых трансформаторов (вакуумная сушка активной части, регенерация масла, заливка под вакуумом) и электрических машин (пропитка обмоток, балансировка роторов, восстановление посадочных мест напылением) [3, 4]. Обоснована экономическая целесообразность перехода к ТОФС, позволяющего снизить эксплуатационные затраты на 18–25% и предотвратить до 30% аварийных отказов.

Перспективными направлениями развития являются непрерывный мониторинг с использованием встроенных датчиков оборудования и интеграция диагностических данных в интеллектуальные системы управления техническим обслуживанием и ремонтом.

Библиографический список

1. Фефелов, А. А. Диагностика электрооборудования. Практикум: учебное пособие / А. А. Фефелов, А. А. Трубицын, Е. Ю. Грачев, В. В. Климаков, Е. А. Козлов; Рязанский государственный радиотехнический университет им. В. Ф. Уткина. — Рязань: РГРТУ, 2024. — 84 с.

2. Свириденко, А. И. Современные методы диагностики силовых трансформаторов / А. И. Свириденко, В. В. Назаров // Электротехника. — 2021. — № 4. — С. 45–52.

3. Гончаров, А. А. Технологии диагностики и ремонта электрооборудования: учебное пособие / А. А. Гончаров, В. В. Кожевников, Д. А. Ушаков [и др.]. — Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2015. — 978 с.

4. Татур, Т. А. Диагностика высоковольтного оборудования электрических подстанций / Т. А. Татур, Л. Б. Геллер. — Москва: НТФ «Энергопрогресс», 2020. — 320 с.

АНАЛИЗ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 110/10 КВ

В.В. Балмачных
Научный руководитель – Тарабрин Д.Ю., канд. техн. наук

В работе выполнен анализ реконструкции подстанции 110/10 кВ «Старожилово». Актуальность темы обусловлена значительным износом оборудования и необходимостью повышения надежности электроснабжения потребителей. В качестве основного направления модернизации рассматривается замена устаревшей электромеханической релейной защиты на микропроцессорные устройства с последующим переходом к архитектуре цифровой подстанции. Научная новизна заключается в обосновании применения отечественных микропроцессорных терминалов и стандарта МЭК 61850 для создания подстанции с минимальным участием обслуживающего персонала.

ПС 110/10 кВ «Старожилово» имеет высокую степень износа основного оборудования (силовые трансформаторы, масляные выключатели), что создает риски для надежного электроснабжения. Особую проблему представляет устаревшая электромеханическая релейная защита, не обеспечивающая быстродействия и возможности дистанционного управления [1,3].

В качестве технического решения предлагается замена реле на микропроцессорные терминалы НПП «ЭКРА» (типа БЭ2502А и БЭ2704). Данные терминалы интегрируют функции защиты, автоматики, управления и диагностики, регистрируют аварийные события и позволяют адаптировать уставки. Для построения цифровой подстанции предлагается внедрение стандарта МЭК 61850 с использованием протокола MMS, GOOSE-сообщений и волоконно-оптических линий связи [2].

Сокращение обслуживаемого персонала достигается за счет централизованного мониторинга, телеуправления выключателями, автоматического резервирования и самодиагностики терминалов с удаленным оповещением о неисправностях. Реконструкция ПС «Старожилово» позволяет повысить надежность электроснабжения, снизить эксплуатационные затраты и минимизировать присутствие персонала. Применение отечественных устройств, поддерживающих стандарт МЭК 61850, создает основу для дальнейшей цифровизации энергообъекта.

Библиографический список

1. Кузьмин И.Л., Иванов И.Ю., Писковацкий Ю.В. Микропроцессорные устройства релейной защиты: учебное пособие. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – 310 с.

2. Корпоративный профиль МЭК 61850 ПАО «ФСК ЕЭС». Стандарт организации. – ПАО «ФСК ЕЭС», 2020.

3. Андреев М.В., Рубан Н.Ю., Суворов А.А. и др. Релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018.

АНАЛИЗ РЕКОНСТРУКЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 10/0,4 кВ

М.П. Дмитриев
Научный руководитель – Круглов С.А., д-р техн. наук, доцент

В условиях непрерывного роста потребления электрической энергии и ужесточения требований к качеству электроснабжения оборудование распределительных сетей, эксплуатируемое десятилетиями, перестаёт соответствовать современным реалиям. Физический износ, моральное устаревание схемных решений и прогрессирующая перегрузка трансформаторов становятся основными факторами, снижающими надёжность работы подстанций 10/0,4 кВ.

Целью работы является анализ реконструкции трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ, обусловленный необходимостью замены двух трансформаторов 400 кВА на более мощные, модернизации распределительного устройства 10 кВ с установкой элегазового КРУЭ, а также переноса функции АВР с контакторной станции на стороне 0,4 кВ на секционирование шин высокого напряжения. Реализуемые мероприятия направлены на устранение дефицита мощности, повышение автоматизации и обеспечение надёжного резервирования потребителей в соответствии с современными нормативными требованиями.

Тезисы ВКР выглядят следующим образом:

- Анализ существующей системы электроснабжения подстанции с трансформаторами 2×400 кВА и контакторной станцией на стороне 0,4 кВ;
- Анализ замены трансформаторов на 2×1000 кВА с обоснованием выбора мощности;
- Анализ модернизации распределительного устройства 10 кВ с применением КРУЭ RM6;
- Анализ переноса автоматического ввода резерва на сторону высшего напряжения с секционированием шин 10 кВ;
- Построение принципиальных схем электроснабжения с учётом выполненных изменений.

Библиографический список

1. Минэнерго России. Приказ от 12.08.2022 № 811 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии». — Зарегистрировано в Минюсте РФ 07.10.2022 № 70433. URL: [https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=433499] (дата обращения: 18.03.2026)

2. Винокуров Е.В., Сорокин Н.С., Виноградов А.В., Тендетник Р.А. Обоснование необходимости разработки стратегий по замене силовых трансформаторов 6-10/0,4 кВ в электросетевых компаниях. – 2023 г. с 19-30. [Электронный ресурс] // URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-neobhodimosti-razrabotki-strategiy-po-zamene-silovyh-transformatorov-6-10-0-4-kv-v-elektrosetevyh-kompaniyah/viewer] (дата обращения: 21.03.2026)

3. Табаков О.В., Харитонова Т.В. Визуальный контроль коммутационных аппаратов на электрических подстанциях – 2023 г. с 382-385. [Электронный ресурс] // URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/vizualnyy-kontrol-kommutatsionnyh-apparatov-na-elektricheskih-podstantsiyah/viewer] (дата обращения: 21.03.2026)

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Д.С. Ефимова
Научный руководитель – Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

В условиях повышения потребления электроэнергии, износа сетевой инфраструктуры и необходимости подключения распределённой генерации возникает потребность в изменении традиционных подходов к проектированию систем электроснабжения в населённых пунктах.

Выявлено, что для коттеджных посёлков характерны колебания удельных нагрузок в диапазоне от 4,5 до 12,5 кВт на одно домовладение — в зависимости от площади дома и степени его оснащённости электроприборами [1]. В проектах следует предусматривать коэффициент перспективного развития на уровне не менее 20–30% от расчётной мощности.

Рассмотрены схемы распределительных сетей 10(6)/0,4 кВ (радиальные, магистральные, смешанные). Наибольшее распространение получили смешанные схемы, обеспечивающие баланс надежности и экономичности [2]. Для сельских сетей экономически оправдано применение самонесущих изолированных проводов (СИП), снижающих потери и аварийность.

Обоснована необходимость компенсации реактивной мощности для снижения потерь и повышения пропускной способности сетей. Для сельских сетей с асинхронными двигателями и протяженными линиями установка конденсаторных батарей является ключевым методом снижения потерь [3,4]. Показана важность стабилизации напряжения с использованием трансформаторов с РПН, стабилизаторов и линейных регуляторов.

Перспективными направлениями являются применение комплектных трансформаторных подстанций, элегазовых КРУ, внедрение автоматических систем мониторинга и учета двунаправленного перетока мощности при интеграции распределенной генерации.

Библиографический список

1. Савина, Н. В. Надежность систем электроэнергетики: учебное пособие / Н. В. Савина. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2011. – 268 с.

2. Справочник по проектированию электроснабжения: учебное пособие / под ред. Ю. Г. Барыбина. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.

3. Федин, В. Т. Выбор режимов регулирования напряжения в распределительной электрической сети: учебное пособие / В. Т. Федин, М. И. Фурсанов. – Минск: БНТУ, 2002. – 43 с.

4. Железко, Ю. С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: монография / Ю. С. Железко. – М.: НЦ ЭНАС, 2008. – 280 с.

АНАЛИЗ РЕКОНСТРУКЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 110/10 кВ

Н.М. Кожин
Научный руководитель – Фефелов А.А., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время заметна тенденция к замене старого оборудования на новое. Эта необходимость возникла благодаря бурному развитию технологий, используемых в электроэнергетике, критическому физическому износу, росту грузок, а также ужесточению требований к надежности и качеству электроэнергии. Основным прорывом стала отрасль телемеханики.

В работе подробно анализируются причины, делающие модернизацию неизбежной: критический физический износ и моральное устаревание оборудования, неспособность существующих мощностей справляться с ростом нагрузок современных потребителей, а также ужесточение требований к надежности и качеству электроэнергии [1,2,]. Особое внимание уделяется вопросам экологической и экономической целесообразности замены устаревших масляных и элегазовых аппаратов на современные вакуумные выключатели и сухие трансформаторы [3,4].

В работе подробно раскрывается архитектура построения цифровой модели подстанции, включающая физический уровень оборудования, уровень сбора данных посредством датчиков и систем SCADA, коммуникационный уровень с применением протоколов МЭК 61850 (включая GOOSE и Sampled Values), а также аналитический уровень обработки больших массивов данных с применением методов машинного обучения [5]. Реализация такого подхода позволяет перейти от планово-предупредительных ремонтов к обслуживанию по фактическому техническому состоянию оборудования.

Ключевой вывод работы заключается в том, что реконструкция должна проводиться на базе цифровых технологий, в частности с внедрением систем телемеханики и концепции «Цифрового двойника», что позволяет перейти к дистанционному управлению, прогнозированию отказов и повышению общей эффективности эксплуатации энергообъекта.

Библиографический список

1. Малафеев, А. В. Проектирование электрической части понизительных подстанций промышленного предприятия. – 3-е изд./А.В. Малафеев – Москва: Ифра-Инженерия, 2022.-312с.

2. А.И. Хальясмаа, С.А. Дмитриев, С.Е. Кокин, Д.А. Глушков Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций: учебное пособие/ А.И. Хальясмаа-Екатеринбург: Издво Урал. Ун-та, 2015.-64с.

3. СТО 56947007-29.240.10.303-2013. Руководство по выбору и применению комплектных распределительных устройств на напряжение 6-35кВ.

4. Татур, Т. А. Диагностика высоковольтного оборудования электрических подстанций / Т. А. Татур, Л. Б. Геллер. — Москва : НТФ «Энергопрогресс», 2020. — 320 с.

5. Врублевских А.А., Горемыкин Е.В. Технология SMART GRID и цифровая подстанция: научный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №12/2020 с.1276-1285: УДК 621.311

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА ОАО «РЖД ЛОКОМОТИВОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД»

И.В. Петрушкин
Научный руководитель –Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

В работе выполнен анализ системы электроснабжения плавильного цеха предприятия по ремонту локомотивов. Плавильный цех относится к потребителям электроэнергии II категории надёжности, что требует обеспечения резервирования питания. Показано, что основное технологическое оборудование (индукционные печи, вентиляция, краны) создаёт неравномерную нагрузку с высокими пусковыми токами и значительной реактивной составляющей.

Проведена оценка существующей схемы электроснабжения: питание осуществляется от двух трансформаторов ТСЗ-400/6/0,4 кВ по магистральной схеме. Коэффициент загрузки трансформаторов составляет около 63 %, что соответствует нормативным требованиям. Однако анализ режимов работы показал неоптимальное распределение реактивной мощности, приводящее к дополнительным потерям в линиях 0,4 кВ.

На основе анализа предложена компенсирующая установка мощностью 200 кВАр, что позволяет снизить полную мощность на шинах 0,4 кВ примерно на 30 % и уменьшить потери электроэнергии. Рассмотрены варианты размещения конденсаторных батарей – на вводе главной магистрали и у наиболее мощных потребителей.

Особое внимание уделено надёжности: предложена модернизация вводного распределительного устройства с установкой автоматического ввода резерва. Выполнена оценка токов короткого замыкания, показана работоспособность существующих автоматических выключателей. Для освещения цеха рекомендована замена ламп дуговых ртутных люминесцентных на светодиодные светильники, что не только снижает расход электроэнергии на освещение на 40 %, но и снимает дополнительные вложения в утилизацию ртутьсодержащих ламп.

Результаты анализа могут быть использованы при реконструкции электрохозяйства аналогичных производственных цехов.

Библиографический список

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2015. — 560 с.

2. Шеховцов В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению: учеб. пособие. — 2-е изд. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. — 414 с.

3. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г.М. Кнорринг, И.М. Фадин, В.Н. Сидоров. — Л.: Энергия, 1992. — 448 с.

4. Бодрухина С.С. Правила устройства электроустановок. Вопросы и ответы / С.С. Бодрухина. — М.: КноРус, 2015. — 289 с.

АНАЛИЗ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 110/10 КВ

С.Н. Смирнов
Научный руководитель – Сережин А.А., канд. техн. наук, доцент

Из-за высокого физического износа значительной доли подстанционного оборудования, работающего дольше нормативных сроков, и одновременно возрастающих электрических нагрузок, реконструкция ПС 110/10 кВ становится главным инструментом повышения надёжности энергоснабжения.

Типовая ПС 110/10 кВ включает открытое РУ с масляными выключателями и РУ 10 кВ, где применяется устаревшая ошиновка. Степень износа оборудования достигает критических отметок, что приводит к удорожанию эксплуатации, удлинению ремонтных простоев и падению надёжности. Используемые схемы зачастую не обеспечивают требуемого резервирования для потребителей I категории, а установленная мощность трансформаторов не соответствует ожидаемому росту нагрузок. Главной причиной для проведения реконструкции служит комплекс факторов: техническое старение, нехватка трансформаторной мощности и несоответствие схем актуальным нормам технологического проектирования.

Цель ВКР — формирование и анализ обобщённых подходов к реконструкции подобных объектов, включая обоснование технических решений для повышения надёжности и наблюдаемости режимов. В рамках исследования решаются задачи по типовым дефектам, прогнозу нагрузок и внедрению современных систем управления.

Планируемые тезисы диссертации выглядят следующим образом:

- Анализ текущего состояния ПС с выявлением характерных дефектов.
- Расчёт электрических нагрузок с учётом перспективного развития района.
- Выбор главной схемы электрических соединений после реконструкции.
- Подбор основного оборудования в рамках реконструкции.
- Разработка решений по релейной защите и автоматике.
- Технико-экономическое сравнение вариантов реконструкции и оценка инвестиционной эффективности.

Библиографический список

1. Попов М.Г., Петрушин Д.Е., Васильева О.А. Повышение энергоэффективности силовых автотрансформаторов – 2023. DOI: 10.47026/1810-1909-2023-2-138-150

2. Азизов Б., Абдухалилов Дж. Анализ существующих проблем в эксплуатации электротехнического оборудования подстанций – 2025. DOI: 10.5281/zenodo.15715230

3. Тимофеев А.С. Цифровые подстанции (ЦПС) класса напряжения 35-110 кВ – 2024. DOI: 10.24412/2500-1000-2024-1-2-224-231

4. Юсупов Р.А., Горшков Б.М. Увеличение нагрузочной способности эксплуатируемых силовых трансформаторов – 2023. DOI: 10.17122/1999-5458-2023-19-4-120-126

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКИХ КОЛЛЕКТОРОВ

А.В. Федонина
Научный руководитель – Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

В работе выполнен анализ проектирования кабельных линий электропередач в условиях городских коллекторов при современных условиях развития городской инфраструктуры. Актуальность темы обусловлена ключевой ролью кабельных линий напряжением 6–10 кВ в системе городского электроснабжения: на их долю приходится свыше 99 % распределительных сетей [1].

Кабельная линия представляет собой комплекс для передачи электроэнергии, включающий кабели, муфты, стопорные элементы и крепежные детали. Городской коллектор — специализированное инженерное сооружение для централизованного размещения коммуникаций [2].

Проектирование кабельных линий в коллекторе требует комплексного подхода с учётом ограниченного пространства, пожарной безопасности и прокладки силовых линий целыми строительными длинами [3].

Конструктивные решения включают размещение кабелей на разных уровнях, разделение противопожарными перегородками и обеспечение запаса по длине и исключение острых кромок конструкций.

Для защиты применяются современные системы: механическая изоляция плитами АЦЭИД 400 [4], огнезащитные покрытия «Огнетитан LC» и противопожарные сетки «Инфлекс-ФК-31».

При эксплуатации учитываются температурные режимы, механические нагрузки, влияние окружающей среды и необходимость обслуживания. Для исследования используются расчётно-аналитический метод, компьютерное моделирование, графоаналитический анализ и комплексная оценка параметров.

Практическая реализация охватывает проектирование трассы, выбор технических решений, монтаж и пусконаладку. Разработанная методика оптимизирует использование пространства коллектора, повышает надёжность электроснабжения и безопасность эксплуатации, способствуя развитию городской инфраструктуры и улучшению качества энергоснабжения в условиях роста городов.

Библиографический список

1. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЭНАС, 2012. – 376 с.

2. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ – 6 и ПУЭ – 7. 9 – й выпуск. – Новосибирск: Сиб. унив. изд – во, 2017. – 854 с.: ил.

3. СП 265.1325800.2016. Коллекторы коммуникационные. Правила проектирования и строительства : свод правил : издание официальное : Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации : введ. 2016-09-01. – Москва : Минстрой России.

4. ГОСТ 4248-2018. БЛОКИ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА СТЕНОВЫЕ МЕЛКИЕ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ : МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. – МОСКВА : СТАНДАРТИНФОРМ, 2018. – 16 С.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

О.С. Шишова
Научный руководитель – Дягилев А.А., канд.техн.наук, доцент

В докладе рассматриваются особенности систем учета электроэнергии бытовых потребителей в Рязанской области. В Рязанской области применяются автоматизированные системы учета электроэнергии (АСКУЭ), а также умные (интеллектуальные) счетчики.

АСКУЭ - комплекс оборудования и программного обеспечения, обеспечивающий последовательный сбор, дальнейшую обработку, долговременное хранение и канализированную передачу показателей электропотребления.[2] АСКУЭ построена по трехуровневой архитектуре: На нижнем уровне размещаются интеллектуальные устройства учета, фиксирующие величину потребления электроэнергии и состояние параметров энергосети. Средний уровень образуют контроллеры и концентраторы, ориентированные на проведение опроса подключенных счетчиков. Верхний уровень включает серверное оборудование и специализированное ПО. Здесь происходит обработка, систематизация и анализ входных массивов; дополнительно формируются структуры данных, используемые для интерпретации результатов.

Умный (интеллектуальный) счетчик электроэнергии — это прибор, который автоматически передает данные о потребленной электроэнергии в энергокомпанию.[1] Используются счетчики: НЕВА МТ 115, Меркурий 204, Меркурий 208, МИРТЕК-12-РУ, Р-Энергия, МТС на базе NB-IoT. В 2025 году в Рязани стартовала масштабная программа по установке приборов учета под брендом «Р-Энергия», за год смонтировано более 7 000 устройств.[3]

Для систем учета используется также программное обеспечение: «ЭНЕРГОМИР», «Пирамида-сети», «Пирамида 2.0», «Телескоп+», «Энергосфера», «АльфаЦЕНТР», «ЛЭРС УЧЕТ», «Энфорс Энергоресурсы», «Метроскоп».[3] Для многофункциональных электросчетчиков поставляется в составе счетчика, предустановлено на заводе-изготовителе, отдельно не предоставляется и в процессе эксплуатации не обновляется. Также программное обеспечение может быть оснащено модулем дистанционного опроса приборов учета, не требуется установки оборудования и программ.

Таким образом, в Рязанской области для учета электроэнергии бытовых потребителей используется комплекс оборудования и программного обеспечения, который собирает, обрабатывает, хранит и передает данные о потреблении электроэнергии.

Библиографический список

1. Алмазова О.Н. Современные системы учета объема потребленной электроэнергии в бытовом секторе: [Электронный ресурс] // URL:https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sistemy-ucheta-obema-potreblennoy-elektroenergii-v-bytovom-sektore-kak-faktor-povysheniya-effektivnosti-vzaimodeystviya

2. Лыкин А.В. Учет и контроль электроэнергии. Конспект лекций: учебное пособие – Новосибирск: НГТУ, 2024. – 171 с.

3. Рязаньэнерго. Официальный сайт компании: [Электронный ресурс] // URL: https://mrsk-cp.ru/affiliates/ryazanenergo/general_information/

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Д.В. Привалов
Научный руководитель – Тарабрин Д.Ю., канд. техн. наук, доцент

В данной статье выполнен анализ основных режимов работы электродвигателей в современных системах электроснабжения. Анализ режимов работы электродвигателей в системах электроснабжения промышленных предприятий актуален из-за высокой доли их энергопотребления (60-75 % электроэнергии в промышленности) и потенциала снижения затрат за счет оптимизации режимов работы. Это позволяет повысить энергоэффективность, надежность оборудования и качество электроэнергии, а также соответствовать современным нормативным и экологическим требованиям. [4].

В электродвигателях магнитное поле создается статором и ротором. Различают двигатели постоянного тока (ДПТ), асинхронные, коллекторные, бесколлекторные (BLDC), шаговые. Современные конструкции используют постоянные магниты и сверхпроводники, повышая КПД и уменьшая размеры.[1, 3].

Оптимизация работы электродвигателей в аварийных режимах заключается в минимизации ущерба оборудованию при нештатных ситуациях – таких как короткое замыкание, перегрузка, пропадание фазы или перегрев. Для этого используют защитные устройства, системы мониторинга параметров и алгоритмы адаптивного управления, позволяющие своевременно снизить нагрузку или безопасно остановить двигатель. Цель таких мер — сохранить оборудование, сократить простои и повысить надежность работы системы [2].

Согласно международному стандарту IEC 60034-1, существует восемь основных режимов работы электродвигателей, каждый из которых имеет свои технические характеристики и область применения. [5].

Целью работы является определение оптимальных параметров работы электродвигателей и разработка рекомендаций по их эксплуатации и обслуживанию.

Результаты исследования могут быть использованы для разработки более эффективных стратегий обслуживания и эксплуатации электродвигателей на промышленных предприятиях, что в свою очередь приведет к повышению производительности, снижению затрат на электроэнергию и увеличению срока службы оборудования.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52776-2007. Электродвигатели асинхронные. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2007. – 56 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://nasoselprom.ru/upload/content/d/gost52776.pdf

2. Иванов, В.В. Оптимизация работы электродвигателей в аварийных режимах // Электрические станции. [Текст]. – 2019. – № 4. – С. 28-35.

3. Иванов, И.И. Электрические машины и аппараты. [Текст]. – М.: Энергия, 2010. – 512 с.

4. Петров, П.П. Анализ режимов работы электродвигателей в условиях повышенной нагрузки // Энергетика и промышленность России. [Текст]. – 2021. – № 3. – С. 45-52.

5. ОСТ IEC 60034-1-2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 1. Номинальные значения параметров и эксплуатационные характеристики». – М.:

Стандартинформ, 2014. – 62 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.elec.ru/viewer?url=/files/2018/08/29/gost_IEC_60034-1-2014.pdf

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

А.Е. Окунев
Научный руководитель – Сливкин Е.В., канд. техн. наук, доцент

В статье рассматриваются аспекты применения распределенной генерации (РГ) для повышения надежности электроснабжения, в том числе удаленных потребителей. Актуальность исследования обусловлена износом централизованных сетей и ростом требований к устойчивости энергосистем.

РГ представляет собой производство электроэнергии небольшими источниками, расположенными вблизи потребителей и подключаемыми к распределительным сетям [1]. К основным типам установок относятся малые газотурбинные и парогазовые установки, ветроэнергетические установки, солнечные электростанции, мини- и микро-ГЭС, когенерационные системы, а также системы накопления энергии (BESS). Наиболее доступными и масштабируемыми на сегодняшний день являются солнечная и ветровая генерация [2, 3].

Очевидным преимуществом, является снижение нагрузки на сети, повышение надежности и качества электроснабжения. Однако интеграция РГ создает технические проблемы: усложнение релейной защиты и автоматики, возможные колебания напряжения и фликкер, увелечение токов короткого замыкания [4].

В настоящее время РГ находит применение в промышленности, жилищном секторе, сельском хозяйстве и является ключевым решением для энергоснабжения удаленных и изолированных территорий. Однако ее доля остается низкой из-за высоких начальных затрат, недостаточной государственной поддержки, а также отсутствие необходимых экономических и законодательных условий [5].

Целью настоящей работы является исследование и обоснование стратегий внедрения систем РГ для обеспечения устойчивого и надежного энергоснабжения удаленных потребителей. Для достижения поставленной цели необходимо :

- Проанализировать эффективность существующих схем электроснабжения.
- Изучить технологии РГ и оценить их применимость для энергоснабжения.
- Разработать рекомендации по внедрению распределенной генерации.
- Выполнить технико-экономическую оценку предложенных мероприятий.

Таким образом, РГ представляет собой перспективный инструмент модернизации электроснабжения. Ее развитие в РФ связано с совершенствованием нормативно-правовой базы, снижением стоимости оборудования и активной интеграцией в интеллектуальные энергосистемы. Внедрение РГ позволяет повысить надежность, качество и энергонезависимость объектов, особенно в труднодоступных регионах.

Библиографический список

1. Распределенная генерация [Электронный ресурс]. – https://enpowertech.ru/blog/raspredeljonnaya-generatsiya

2. Подъячих С.В., Шпак О.Н. Источники распределенной генерации. – Молодежный: Издательство ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ, 2021. – 105 с.

3. Королева Д.А., Шайдаков В.В., Целищев В.А. Солнечная энергетика: учебное пособие. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 140 с.

4. Биткулов К.Р., Кислова Е.А., Зализный С.А., Умурзаков Д.Д. Обзор проблематики интеграции источников распределенной генерации в распределительные сети // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2023. – № 12.

5. Фролова М.В. Перспективы развития распределенной генерации в Российской Федерации / под ред. Паскарь И.Н. – Кемерово: КузГТУ, 2018. – 6 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

М.А. Сарафанов

Научный руководитель – Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассмотрены современные аспекты интеграции преобразователей частоты в системы электроснабжения промышленных предприятий. Выявлены основные искажения качества электроэнергии, вносимые преобразователями частоты, такие как высшие гармоники и интергармоники. Предложены технические решения по снижению негативного влияния, включая применение многопульсных схем и активных фильтров гармоник. Обоснован комплексный подход к выбору топологии ПЧ на этапе проектирования систем электроснабжения, позволяющий снизить суммарные потери электроэнергии и повысить надежность работы технологического оборудования. Однако, наряду с очевидными преимуществами в области энергосбережения, применение преобразователей частоты создает комплекс проблем, связанных с ухудшением качества электроэнергии в узлах собственных нужд предприятия и на границе раздела с энергосистемой.

В ходе работы были проанализированы основные подходы к снижению негативного воздействия преобразователей частоты:

1. Пассивные методы: использование входных синфазных дросселей и фильтров LCL, позволяющих снизить THD до 5–8% в установившемся режиме. [1]

2. Активные методы: применение многопульсных схем (12, 18, 24 пульса) на основе трансформаторов со сдвигом фаз, которые обеспечивают взаимное подавление низших гармоник (5, 7, 11 и т.д.). [2] Наиболее эффективным является использование активных фильтров гармоник параллельного типа, осуществляющих динамическую компенсацию искажений в реальном масштабе времени.

3. Схемотехнические решения: внедрение преобразователей частоты с активными выпрямителями (AFE — Active Front End), обеспечивающими синусоидальное потребление тока с единичным коэффициентом мощности и рекуперацию энергии торможения в сеть.

Практическая значимость работы заключается в разработке алгоритма выбора конфигурации системы электроснабжения на этапе технического перевооружения. Алгоритм базируется на оценке суммарной мощности преобразователей частоты, их типа (стандартные 6-пульсные или AFE), характера нагрузки (постоянный момент/вентиляторная) и требований к надежности. Для предприятий с суммарной мощностью ПЧ более 30% от мощности цехового трансформатора обязательным

является расчет гармонического состава тока в программах математического моделирования (Matlab Simulink, ETAP) на этапе проектирования.

Применение преобразователей частоты в системах электроснабжения промышленных предприятий требует перехода от точечного подхода (замена "двигатель–преобразователь") к системному, учитывающему электромагнитную совместимость всего электротехнического комплекса. Дальнейшие исследования должны быть направлены на создание адаптивных систем управления качеством электроэнергии, интегрированных в архитектуру промышленного интернета вещей (IIoT).

Библиографический список

1. Симаков Г.М., Филатов А.В. Методы повышения электромагнитной совместимости преобразовательных установок // Известия Томского политехнического университета. – 2024. – Т. 335. – № 2. – С. 112–121.

2. Герасимов Д.О., Павлюченко Д.А. Оценка надежности систем электроснабжения с преобразователями частоты // Электротехника. – 2025. – № 5. – С. 45–51.

СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

ПРОИЗВОДСТВО ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ВЫСОКООКТАНОВОГО КОМПОНЕНТА АВТОМОБИИЛЬНОГО БЕНЗИНА В ПЕРИОД ДЕФИЦИТА ТОЛУОЛА

Ю.С. Агаршева
Научный руководитель – Е.В. Воробьева, канд. техн. наук, доцент

В работе поднимается вопрос об ограниченном объеме резервуаров для хранения толуола без возможности производства нового объема в период простоя 35/6, что представляет собой фактор, влияющий на объем производства высокооктанового бензина в период высокого спроса на него, возможность максимально накопленого объема в резервуарах Е-26, 27, 28 по БП на 2025-2029 года – составляет 900 т. При таком объеме накапливаемого толуола эффективность производства АИ-100 близка к нулю.

Однако, если рассматривать рецептуру производства АИ-100-К5 то в нем только лишь два компонента имеют ОЧИ выше 100 – это эфиры (в случае нашего завода это МТАЭ и МТБЭ с октанами 105 или 115) и толуол (ИОЧ 110), который производит установка 35/6. Остальные компоненты состава имеют октановое число ниже 100, туда входят катализат с риформингов с октановым число от 94 до 96, алкилат (ИОЧ 95-96), изогексан – ИОЧ 89 и нормальный бутан с октановым числом 94 [1]. Тогда была выдвинута мысль, что с целью повышения производства достаточного объема АИ-100, в условиях дефицита толуола можно разделить катализат с установки риформинга ЛГ-35/8-300Б в К-4 установки АТ-6 на легкую и тяжелую высокооктановые части и использовать последнюю в качестве аналога толуола.

В нынешних условиях работы завода АО «РНПК» на установке АТ-6 на блоке вторичной переработки существует комплекс оборудования не использующийся по прямому назначению. В данном проекте предлагается использовать этот ресурс и завести в К-4 АТ-6 стабильный катализат с установки топливного риформинга ЛГ-35-8/300 для его последующего деления. Так как минимальная загрузка К-4 АТ-6 – 22 т/ч, что сопоставимо с загрузкой данного риформинга.

Используя метод моделирования было выявлено, что оптимальная пропорция деления это - 80% легкого катализата с ОЧИ 92, который мы можем направить в линию ЛБКК, и 20% тяжелого катализата с ОЧИ 110, который мы будем использовать по аналогии с толуолом для производства высокооктанового бензина АИ-100. Благодаря делению на данные фракции можно добиться выхода высокооктановой части без содержания в ней бензола, что положительно скажется на общей смеси в будущем [2]. Так как экологические стандарты постоянно ужесточаются, то инновационные решения должны помогать в соблюдении норм по качеству топлива – поиск таких решений становится все более актуальной задачей.

Для технической реализации новой технологической схемы, необходимо проложить линию трубопровода от колонны К-4 установки ЛГ-35-8/300 до К-4 установки АТ-6. При этом существующего оборудования на блоке вторичной перегонки установки АТ-6 достаточно для технической реализации работы колонны в режиме деления катализата.

Для вывода тяжелой фракции с установки потребуется проложить трубопровод от установки АТ-6 до товарно-сырьевого цеха, а для потока легкой

части необходима прокладка трубопровода с осуществлением врезки в линию легкого бензина каталитического крекинга.

Итогом внедрения предложенной технологической схемы с делением катализата позволит увеличить прибыль примерно на 10 млн.руб с каждой 1000 т произведенного АИ-100 в период дефицита толуола. Схема быстро окупаема и имеет высокую эффектиность от производства дополнительного высокооктанового компонента.

Данный проект позволит не только повысить объем производства конечного продукта и снизить зависимость от выработки толуола, но и оптимизировать использование ресурсов нефтеперерабатывающих предприятий. Таким образом, данный вариант применим не только к производственной цепочке АО «РНПК», а также его реализация возможна на других предприятиях Общества.

Библиографический список

1. Гуреев А. А. Производство высокооктановых бензинов / А. А. Гуреев – М.: Химия, 1981 с. 256–264

2. Васильев А. А., Романов И. И. (2019). Особенности процессов смешения нефтепродуктов. Реферат СЗТУ, 52(2), 78-84.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОКИСЛЕНИЯ НЕПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Е.В. Алтабаев

Научный руководитель – Юдаев С.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются основные процессы, которые в настоящее время используются для окисления углеводородов как в промышленных масштабах, так и находящиеся на этапе разработки, применение которых может быть перенесено с уровня исследовательских лабораторий на уровень полноразмерных производственных цепочек. Рассмотрены базовые принципы технологий интенсивного окисления, их достоинства и недостатки, приведена информация о потенциальных вариантах практического применения конкретных методик окисления на примере процессов очистки промышленных и бытовых сточных вод от содержащихся в них углеводородных соединений.

Отдельно рассмотрены технологии, в которых использованы различные каталитические системы на базе переходных металлов (таких как Cu и Fe), проведено их сравнение с традиционными способами окисления, без присутствия катализатора, определены преимущества. Проанализированы механизмы процесса окисления для двух видов реакций, приведены данные о наиболее распространенных типах катализаторов, базовых металлах и носителях, представлена информация о технологиях, которые успешно эксплуатируются в различных отраслях промышленности многих стран мира.

Вторая часть доклада посвящена вопросам практического применения каталитических систем окисления в сфере нефтепереработки и экспериментальным аспектам научно-исследовательской работы в рамках выбранной темы. Рассмотрены результаты экспериментов, в ходе которых испытывались различные типы синтезированных катализаторов на основе разных металлов (медь, железо и хром),

нанесенных на идентичный носитель – высокопористый гамма-оксид алюминия [1]. Проведен анализ эффективности процесса окисления дизельного топлива, полученного из исходного сырья растительного происхождения (в частности, подсолнечное масло) [2]. Установлена зависимость глубины реакции окисления от типа выбранного оксида базового металла и его содержания в катализаторе. На основании проведенных опытов сделан вывод, что наилучшие показатели эффективности демонстрирует катализатор на основе железа (Fe/Al2O3) с содержанием оксида металла на уровне 4,95% масс., который обеспечил 100% относительную активность при одинаковых условиях проведения процесса. Намечен план дальнейших направлений исследований, поставлены дополнительные цели, определен график проведения экспериментов, представлены расширенные параметры, влияние которых на эффективность процесса будет оцениваться в ходе будущей исследовательской работы.

Библиографический список

1. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ГЕТЕРОГЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ЭПОКСИДИРОВАНИЯ МЭЖК Юдаев С.А., Шуварикова О.В., Ветшев К.А., Рубцова А.Д. Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. 2022. Т. 15. № 2. С. 214-225.

2. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ЭПОКСИДИРОВАНИЯ МЕТИЛОВЫХ ЭФИРОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В БАРБОТАЖНОМ РЕАКТОРЕ Сапунов В.Н., Юдаев С.А., Черепанова А.Д., Ивашкина Е.Н., Воронов М.С., Козловский Р.А. Журнал прикладной химии. 2020. Т. 93. № 5. С. 697-704.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕФТЕШЛАМА В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

М.Д. Ойцев
Научный руководитель – Воробьева Е.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается использование нефтешлама в качестве вторичного сырья. Эта тема актуальна, потому что в технологических процессах добычи, подготовки и транспортировке нефти образуются опасные нефтешламы. Это ценное сырье, которое можно использовать в различных отраслях промышленности. Поэтому была поставлена цель – изучить различные методы использования нефтешлама в качестве вторичного сырья и предложить наиболее эффективный метод использования для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Нефтешлам – это сложная смесь, состоящая из продуктов нефти и механических примесей. Он представляет большую опасность окружающей среде: попадая в воду, почву и загрязняя воздух, нефтешлам наносит огромный урон экологии. Применение нефтешлама в качестве сырья является одним из рациональных и эффективных методов его реализации, так как при этом достигается конкретный экологический и экономический результат. Нефтешлам с течением времени разлагается на 3 слоя: нефтемазутный, водоэмульсионный и нефтешлам исторического наследия.

Для эффективного применения нефтешламов в качестве вторичного сырья их разделяют на марки: Марка А (донные осадки резервуаров) используют при получении углеводородов, сжигании в качестве печного топлива. Марки Б-1 и Б-2

(отработанный буровой раствор) используют при производстве кирпича и керамзита соответственно. Марка В (нефтешламы, образующиеся при ремонте скважин и авариях на нефтепроводах) используют для получения строительного битума, асфальтобетонной смеси. Марка Г-1 и Г-2 (нефтешламы нефтеперерабатывающей промышленности) используют для получения битума, сернистого газа и высокосернистого кокса [1].

Существует несколько методов переработки нефтешламов: термический метод, химический метод, биологический метод. Термический метод – нефтешламы используются для возвращения углеводородов. Продукты – пиролизный газ, пиролизная жидкость, твердый углеродистый остаток, синтез-газ. Химический метод основан на использовании растворителей. В качестве растворителей для диспергирования нефтешламов используют низкокипящие парафиновые углеводороды, широкую фракцию легких углеводородов (ШФЛУ) и др. Этот метод позволяет перерабатывать любые нефтешламы с получением товарной нефти. Биологический метод – используются микроорганизмы для разложения нефтешламов. Позволяет получить биогрунт или техногенный гумус [2].

Таким образом, на сегодняшний день нефтешлам широко используется в производстве строительных материалов и дорожном строительстве, так как их использование позволяет сократить расход традиционного сырья - битума и нефти. Также очень перспективно использование нефтешлама для производства битума.

Библиографический список

1. Гронь В.А., Коростовенко В.В., Шахрай С.Г., Капличенко Н.М., Галайко А.В. Проблема образования, переработки и утилизации нефтешламов // Успехи современного естествознания. 2013. № 9. с. 159–162.

2. Петровский Э.А., Соловьёв Е.А., Коленчуков О.А.. Современные технологии переработки нефтешламов //Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №4. С.124 – 132.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭКСПЛУТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПВХ МЕМБРАН ОТ СОСТАВА

Е.Ю. Храпова
Мельник Г.И., канд. физ.-мат. наук, доцент

Свойства ПВХ-мембран определяются не только типом полимера, но и сложным взаимодействием компонентов внутри композиции. Ключевую роль здесь играют наполнители и модификаторы, причём их влияние напрямую связано со структурной организацией самого ПВХ.

Поливинилхлорид, полученный суспензионным методом, сохраняет при переработке надмолекулярную структуру в виде глобул размером около 1 мкм. Наполнитель не распределяется хаотично, а концентрируется преимущественно в межглобулярных областях. Такое «межструктурное наполнение» определяет пространственную организацию частиц и, как следствие, свойства материала.

Карбонат кальция (мел) — наиболее распространённый наполнитель. При концентрациях выше 30–40 массовых частей он снижает эластичность и ударную вязкость. Однако использование наноразмерного мела (50–100 нм) в количестве 3–

7% объёмных позволяет повысить ударную вязкость за счёт активации механизмов рассеяния энергии.

Слоистые силикаты (каолин, тальк) за счёт пластинчатой формы частиц создают барьер для диффузии газов и паров, но требуют совместного введения ударных модификаторов для компенсации потери эластичности.

Высокодисперсный диоксид кремния (аэросил) оказывает сложное влияние на реологию. При малых добавках (1–3%) наблюдается снижение вязкости расплава за счёт расклинивающего эффекта, при увеличении концентрации формируется пространственная сетка частиц, и вязкость резко возрастает.

Важной проблемой является несовместимость гидрофильных минеральных наполнителей с гидрофобным ПВХ. Её решают с помощью поверхностной модификации: обработка стеаратами или силанами улучшает смачивание, диспергирование и адгезию на границе раздела фаз.

Модификаторы ударопрочности (хлорированный полиэтилен, акриловые сополимеры, нитрильные каучуки) формируют эластомерную фазу размером 0,1–1 мкм. При ударном воздействии вокруг этих частиц развиваются множественные микротрещины, поглощающие энергию и препятствующие развитию магистральной трещины. Это особенно важно при пониженных температурах.

При совместном введении наполнителей и модификаторов наблюдается неаддитивный эффект. Модификатор компенсирует охрупчивание, вызванное введением мела. Пластинчатые наполнители в сочетании с эластомерами обеспечивают одновременно барьерные свойства и диссипацию энергии. В огнезащитных композициях отмечается синергизм гидроксидов металлов и фосфорсодержащих добавок.

Таким образом, оптимизация рецептур ПВХ-мембран представляет собой многопараметрическую задачу, решение которой требует учёта надмолекулярной структуры полимера, пространственного распределения наполнителя и термодинамики межфазных взаимодействий.

СЕКЦИЯ АВТОМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ

СИМУЛЯТОР ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Е.П. Мудров
Научный руководитель – Бабаян П.В., канд. техн. наук, доцент

При моделировании системы оптической связи [1] важно разделять моделирование канала связи и поведение беспилотной авиационной системы. Дополнительно необходимо проводить различие между идеальными и зашумлёнными данными для оценки качества работы алгоритмов.

Предложенная система включает три независимых контура моделирования: канала связи, динамики полета БАС и карданного подвеса приемопередающего модуля. Каждый контур состоит из отдельных модулей, обеспечивающих автономную работу. Модули виртуального мира и управления симуляцией обеспечивают интеграцию работы всех контуров.

Алгоритм работы контура динамики БАС:

1. Размещение приемопередающих модулей и БАС в виртуальном мире.
2. Получение и передача изображения с виртуальной камеры БАС на модуль обнаружения приемопередающих модулей.
3. Передача координат приемопередающих модулей в модуль навигации[2].
4. Модуль навигации обрабатывает зашумленные данные о положении и ориентации БАС, а также координаты приемопередающих модулей для вычисления необходимого изменения курса.
5. Модуль динамики полета корректирует курс и обновляет положение БАС в виртуальном мире.
6. Оценка качества навигации на основе идеальных данных о положении и ориентации БАС.

Алгоритм работы контура карданного подвеса:

1. Размещение приемопередающих модулей и БАС в виртуальном мире.
2. Получение и передача изображения с виртуальной камеры БАС на модуль обнаружения приемопередающих модулей.
3. Передача координат приемопередающих модулей в модуль планирования движения карданного подвеса.
4. Модуль планирования движения вычисляет необходимое изменение положения карданного подвеса на основе зашумленных данных о его текущем состоянии и координатах приемопередающих модулей.
5. Модуль динамики карданного подвеса корректирует его положение и обновляет состояние в виртуальном мире.

Алгоритм работы контура оптической связи:

1. Вычисление взаимного положения и ориентации бортового и наземных приемопередающих модулей на основе идеальных данных.
2. Моделирование оптоволоконной передачи информации между наземными модулями связи.
3. Моделирование оптического канала связи с учетом погодных условий.
4. Расчет вероятности битовой ошибки в линии связи.

Предложенная структура симулятора обеспечивает возможность независимой проверки работы каждого контура, а также разграничение доступа к идеальным и зашумлённым данным, что позволяет объективно оценивать качество функционирования алгоритмов оптической связи.

Библиографический список

1. Тимофеев Ю. М., Васильев А. В. Теоретические основы атмосферной оптики. – 2003.

2. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Коблов Ю.С., Муравьев В.С., Стротов В.В., Фельдман А.Б. Программный комплекс для автоматизации научных исследований в области создания перспективных систем навигации моделых летательных аппаратов по данным видеонаблюдения // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань, 2012. – № 2, Вып. 40. – С. 9-15

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМ ОБЪЕКТОМ УПРАВЛЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОИСПЫТАНИЯМИ

Т.И. Молчанова

Научный руководитель – Никитин А.М., ст. преподаватель

Вибрационные воздействия являются одной из основных причин отказов аппаратуры на подвижных объектах, поэтому их корректное воспроизведение в лабораторных условиях имеет критическое значение. В автоматизированных системах управления виброиспытаниями (АСУВ) широко используется итеративный алгоритм управления, основанный на коррекции амплитудно-частотной характеристики формирующего фильтра. Данный алгоритм эффективен для линейных объектов, однако при наличии механических нелинейностей его сходимость нарушается, а точность воспроизведения заданного спектра снижается.

В работе проведено моделирование трёх типовых нелинейностей: люфта, упора и нелинейной упругой деформации. Для анализа спектральных искажений из всего частотного диапазона 0-2500 Гц были выделены низкочастотная (0-500 Гц) и высокочастотная (1500-2500 Гц) области. В качестве диагностического признака использовалась доля частотных составляющих, для которых относительная ошибка превышала порог ±15%. Моделирование показало, что для линейного объекта доля отрицательных ошибок на высоких частотах составляет 39-41%, положительных – 2-5%, отрицательных на низких частотах – 3-6%. При наличии люфта доля отрицательных ошибок на высоких частотах возрастает до 68% при сохранении доли положительных ошибок ниже 2%, что в 1,7 раза превышает базовый уровень. Для упора характерен рост доли положительных ошибок на высоких частотах до 32%. Нелинейная упругая деформация при исследованных параметрах не проявила значимых отличий от линейного объекта.

На основе полученных количественных критериев разработан алгоритм автоматической идентификации типа нелинейности, выполняемый на первых трёх-пяти итерациях адаптивного процесса, когда влияние нелинейности максимально. Правила идентификации сформулированы следующим образом. Люфт диагностируется при превышении доли отрицательных ошибок на высоких частотах

уровня 45% и доле положительных ошибок ниже 5%, упор – при превышении доли положительных ошибок на высоких частотах уровня 15%, нелинейная упругая деформация — при превышении доли отрицательных ошибок на низких частотах уровня 10% и сохранении высокочастотных показателей в пределах нормы. После идентификации типа нелинейности в АСУВ автоматически выбирается соответствующий алгоритм управления. Для люфта предложено замедление коррекции на высоких частотах, для упора — инверсия знака коррекции, для нелинейной упругой деформации – трёхуровневый алгоритм с уменьшением коэффициентов на низких частотах при критических ошибках. Разработанный подход позволяет повысить точность и устойчивость управления виброиспытаниями при наличии механических нелинейностей без необходимости их предварительной параметрической идентификации.

ВОЗМОЖНЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМАЛИЗАЦИИ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ПЕРЕГРУЗОК

А.В. Голикова
Научный руководитель – Бехтин Ю.С., д-р техн. наук, профессор

Современные методы анализа сетевого трафика опираются на совокупность метрик, отражающих структурные и динамические характеристики передачи данных. Интенсивность, задержка, коэффициент потерь, вариация межпакетных интервалов (jitter) и загрузка каналов являются фундаментальными индикаторами состояния сети. Данные метрики позволяют выявлять переход системы из нормального режима в перегруженное состояние, оценивать тенденции роста нагрузки и прогнозировать деградацию качества обслуживания.

Интенсивность транзакций определяется количеством пакетов, проходящих через узел за фиксированный интервал времени:

$$\lambda(t) = \frac{N(t, \Delta t)}{\Delta t}$$

Рост интенсивности до уровней, близких к пропускной способности канала, интерпретируется как признак приближения к перегрузке. Задержка передачи пакетов складывается из времени передачи, распространения, обработки и ожидания в очереди:

$$D = t_{trans} + t_{prop} + t_{proc} + t_{queue}$$

Время ожидания в очереди экспоненциально растёт при перегрузке и служит её индикатором. Коэффициент потерь пакетов является прямым показателем перегрузочного состояния:

$$L = 1 - \frac{N_{recv}}{N_{sent}}$$

Рост потерь указывает на переполнение буферов маршрутизаторов и наступившую перегрузку. Jitter отражает нестабильность передачи и

рассматривается как ранний признак деградации QoS. Загрузка канала определяется отношением фактической скорости к пропускной способности:

$$U = \frac{R}{C}$$

При U→1U→1 система достигает насыщения, что сопровождается ростом задержек и нестабильностью .

Для формализации критериев оценки перегрузок на выходе вероятностного реле необходимо вычислить адаптивные пороги. Выделяют три подхода.

Статистические методы (SPC) задают границы нормального состояния по правилу «трёх сигм»: превышение верхней границы означает перегрузку. Для постепенных изменений применяют метод кумулятивных сумм (CUSUM), который накапливает отклонения и при превышении порога фиксирует перегрузку.

Вероятностные методы не требуют априорных параметров. Модель BOCPD определяет изменение режима по максимуму апостериорной вероятности разрыва, что позволяет адаптировать критерии в реальном времени.

Методы машинного обучения (нейросети, автоэнкодеры, AQM+ML) задают пороги без явной математической модели, но нуждаются в выборках и имеют низкую прозрачность, поэтому их целесообразно сочетать со статистическими.

Таким образом, статистические методы дают строгие границы, вероятностные — динамические пороги, интеллектуальные — адаптацию, что формирует основу формализованных критериев оценки перегрузок на выходе вероятностного реле.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ И СЛЕЖЕНИЯ ЗА ВОЗДУШНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

А.А. Шелобанов
Научный руководитель – Стротов В.В., канд. техн. наук, доцент

Современные системы мониторинга воздушного пространства требуют не только обнаружения и сопровождения, но и надежной классификации объектов в условиях изменяющейся окружающей среды. В данной работе предлагается подход к классификации воздушных объектов на основе глубокой сверточной нейронной сети (CNN).

Классификация выполняется для двух типов объектов, наблюдаемых на тепловизионных изображениях длинноволнового инфракрасного диапазона (8 – 12 мкм) с равномерным и близким к равномерному фону. Структура данных включает класс «airplane (летательные аппараты) и класс «other» (птицы, облака и атмосферные явления). Объем обучающей выборки для класса «airplane» составил 23453 изображения. Для класса «other» исходное количество изображений было меньше, поэтому применялась аугментация данных, позволившая довести его объем до 20000 изображений. Все изображения приведены к размеру 224×224 пикселя, конвертированы в градации серого и нормализованы к диапазону [0, 1].

Разработанная модель включает пять сверточных блоков. Первый блок содержит Convolution слой с 32 фильтрами размером 3×3 и функцией активации ReLu, Pooling с окном 2×2 и Batch normalization. Во всех последующих сверточных блоках также используются Pooling с окном 2×2 и Batch normalization после каждого

сверточного слоя. Второй и третий блоки содержат Convolution слой с 64 фильтрами размером 3×3 и функцией активации ReLU. Четвертый блок содержит Convolution слой с 128 фильтрами размером 3×3 и функцией активации ReLU. Пятый блок содержит Convolution слой с 128 фильтрами размером 5×5 и функцией активации ReLU. После сверточных блоков выполняется операция Flatten. Далее следует полносвязный слой (Dense) с 256 нейронами и функцией активации ReLU, после которого применен Dropout с коэффициентом 0,5. Выходной слой содержит два нейрона с функцией активации Softmax.

Обученная сверточная нейронная сеть имеет следующие характеристики:

- ошибка на обучающей выборке% - 0,036; точность на обучающей выборке% 99,9;
- ошибка на валидационной выборке% - 0,76; точность на валидационной выборке - 99,8.

Для объективной оценки эффективности разработанной сверточной нейронной сети было проведено сравнение с альтернативным подходом — полносвязной нейронной сетью на архитектуре Bagged Trees (бэггинг решающих деревьев). Обе модели обучались и тестировались на идентичных наборах данных, что обеспечило корректность сравнения. В таблице 1 представлены основные метрики качества классификации для обеих моделей.

Таблица 1-Метрики качества моделей

Метрика	CNN	Bagget Trees
Общая точность (accuracy), %	99,9	75
Точность (Precision) для класса airplane, %	99,77	74,5
Полнота Recall для класса airplane, %	99,8	78,53
F1-score для класса airplane, %	99,78	76,46
Точность (Precision) для класса other, %	99,79	77,38
Полнота Recall для класса other, %	99,73	73,59
F1-score для класса other, %	99,76	75,43

Из таблицы можно сделать вывод, что сверточная нейронная сеть (CNN) эффективнее справляется с классификацией воздушных объектов. Точность CNN модели на 24,8% превышает показатели полносвязной модели.

СЕГМЕНТАЦИЯ МАЛОКОНТРАСТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Я.А. Буянкина
Научный руководитель – Бабаян П.В., канд. техн. наук, доцент

Работа фокусируется на сегментации изображений с тёмным фоном и контрастным объектом (несколько зон яркости), таких как ночные снимки летательных аппаратов, 3D-сканы или ИК-изображения с бликами. При наблюдении таких объектов в неравномерном или малом освещении их изображения содержат зоны разных уровней яркости, зеркальные или блестящие поверхности, блики. Применение традиционных методов сегментации к таким изображениям обычно не

обеспечивает приемлемого качества. В настоящей работе для сегментации изображений, относящихся к рассматриваемому классу, предлагается использовать генетический алгоритм [1].

Генетический алгоритм используется для поиска оптимальных решений, когда не существует детерминированного метода или если детерминированный метод сложен в вычислительном отношении [2].

Оценка эффективности алгоритма требует комплексного подхода, учитывающего не только истинно положительные и ложноположительные результаты. Важно понимать, что простое сравнение по значениям может привести к некорректным выводам о качестве сегментации изображений.

На основе полученных данных от проведённых исследований можно сделать вывод, что генетический алгоритм обеспечивает повышение качества сегментации по метрикам Accuracy на 11,53% и по F1 на 38,62% по сравнению с методом Отцу. Значения метрик Precision и Recall практически равны, из чего можно судить о том, что алгоритм демонстрирует сбалансированную работу между точностью и полнотой: хорошо избегает ложных срабатываний и эффективно обнаруживает большинство истинных положительных объектов.

Использование генетического алгоритма (GA) для сегментации показало значительное улучшение в выделении контрастных объектов интереса на тестовой выборке изображений. GA эффективно идентифицирует и разделяет различные компоненты изображения, включая шум, объекты интереса и яркие блики, что позволяет целенаправленно выделять нужную часть изображения, содержащую требуемый объект интереса.

Библиографический список

1. Буянкина Я.А., Бабаян П.В. Пороговая сегментация изображений на основе генетического алгоритма, ГрафиКон 2025: материалы 35-й Международной конференции по компьютерной графике и машинному зрению/ Поволжский государственный технологический университет; редкол: А. А. Роженцов (отв. ред.) [и др.] – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2025. – 1095 с.

2. Omar Banimelhem, Yahya Ahmed Yahya. Multi-Thresholding Image Segmentation Using Genetic Algorithm — Proceedings of the International Conference on Image Processing, Computer Vision, and Pattern Recognition (IPCV), 2011

МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПОЗИЦИИ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ

И.В. Губанов
Научный руководитель – Бабаян П.В., канд. техн. наук, доцент

Ввиду большого разнообразия сцен и сюжетов со значительно различающимися условиями освещенности существуют различные подходы к методам определения и автоматической коррекции экспозиции в оптико-электронных системах. В этой статье рассмотрены основные алгоритмы, на основе которых производится исследование и разработка подобной системы.

1. Определение экспозиции по среднему серому. Экспонометр камеры, измеряет количество света, отражённого от объектов. Если усреднить яркость большого количества среднестатистических снимков, то получится нейтральный серый цвет с отражающей способностью 18%. Алгоритм коррекции экспозиции стремится привести среднюю яркость текущей сцены к этому значению. Данный метод простой в реализации и даёт хорошее быстродействие, но может не обеспечивать должное качество настройки экспозиции в более сложных сценах.

2. Коррекция экспозиции на основе максимизации энтропии. Данный алгоритм корректирует время экспозиции на основе анализа гистограммы яркости изображения, формируемой на каждом кадре [1]. Алгоритм анализирует последовательность кадров и стремится привести энтропию изображения к максимуму. Недостатком данного алгоритма является его ограничения для применения в высоко динамичных сценах и при резком изменении освещения объектов или фона.

3. Метод локализации областей бликов. Данный алгоритм направлен на подбор экспозиции кадра при наличии ярких световых пятен в условиях недостаточной освещенности [2]. Этот алгоритм ограничивает распространение пятна по площади при увеличении яркости. Таким образом уменьшается потеря информации из-за бликов, при этом уменьшается потеря деталей объекта и сцены как в окрестностях блика, так и в тёмных участках. Для начальных данных используется сильно недоэкспонированное изображение, на котором выделяются области бликов. Далее экспозиция увеличивается до тех пор, пока отношение текущей площади бликов к начальной не достигнет определённого значения.

На основании анализа различных сюжетов производится изучение этих алгоритмов, их сравнение, выделение достоинств и недостатков каждого, а также методы их улучшения.

Библиографический список

1. Бабаян П.В., Буркина О.Н., Муравьев В.С. Алгоритм коррекции времени экспозиции для видеокамер в системах анализа изображений — 24-я Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и её применение – DSPA-2022», Москва, Россия, доклады, 2022. — 201-204 с.

2. Бабаян П.В., Губанов И.В. Методы автоматического определения экспозиции в оптико-электронных системах — Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. ИП Коняхин А.В., 2025 г, 105-106 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОПОЗИЦИОННЫХ ВИДОВ МОДУЛЯЦИИ

А.С. Паламарчук
Научный руководитель – Гаврилов А.Н., канд. техн. наук, доцент

В совокупности, аналитический метод и метод имитационного моделирования дополняют друг друга: аналитика позволяет выявить зависимости от различных параметров, а имитационное моделирование позволяет проконтролировать результаты.

Моделирование всех видов модуляций предполагает имитационное оценивание вероятности P_s искажения передаваемых символов при разных значениях отношения сигнал/шум в канале связи [1].

На основе проведённых исследований можно сделать следующие выводы, представленные в таблице ниже.

Таблица. Характеристика видов модуляции

Вид модуляции	Особенности	Преимущества	Недостатки	Область применения
M-PSK	Информация кодируется путем изменения фазы несущего сигнала.	Хорошая помехоустойчивость, постоянная огибающая сигнала.	Требует точной синхронизации фазы на приемнике.	Спутниковая связь, Wi-Fi, радиорелейные линии.
M-DPSK	Фаза текущего символа отсчитывается относительно предыдущего.	Простая реализация, не требует когерентного детектора.	Ниже помехоустойчивость по сравнению с M-PSK, накапливание ошибки	Системы с быстрыми изменениями параметров канала, низкоскоростные модемы.
M-PAM	Информация кодируется изменением амплитуды сигнала.	Простота формирования сигнала и демодуляции.	Занимает значительную полосу частот и чувствителен к амплитудным искажениям в канале связи.	Проводные линии связи, оптические интерфейсы.
M-QAM	Информация кодируется изменением амплитуды и фазы несущей.	Максимальная спектральная эффективность и скорость.	Сложность реализации, чувствительность к нелинейности.	Цифровое ТВ, 4G/5G, скоростной широкополосный доступ.
M-FSK	Информация кодируется частотой из набора.	Высокая энергетическая эффективность, устойчивость к замираниям и эффекту Доплера.	Занимает широкую полосу частот (низкая спектральная эффективность).	Телеметрия, морская связь, военная связь, интернет вещей (LoRa).

1. Полосовая модуляция в системах телекоммуникаций: учеб.-метод. пособие / В.В. Муравьёв, С.А. Корневский, Т.М. Печень. — Минск : БГУИР, 2019. — 79 с.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ТЕРМОГРАФИЧЕСКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

К.К. Трошин
Научный руководитель – Бехтин Ю.С., д-р техн. наук, профессор

В современной промышленности при разработке критериев измерения параметрических моделей важную роль играет анализ динамической погрешности обработки хронологических термограмм при тепловом неразрушающем контроле, в этом контексте целесообразно от привычных методов автоматизации перейти к способам, основанным на использовании моделей машинного обучения. На этапе построения универсальных алгоритмов обработки термограмм существенной проблемой является наличие априорной сигнальной, параметрической и структурной неопределённостей, которые значительно снижают точность обработки термографических временных рядов. Применение классических методов (интервальные критерии, робастные алгоритмы) влечёт за собой потребность в априорных предположениях о свойствах объекта контроля, внедрение моделей машинного обучения может устранить эту потребность посредством снижения влияния динамической погрешности, помимо этого предобученные модели способны работать в условиях априорной неопределённости, что также устраняет потребность в априорных предположениях о свойствах объектов контроля.

Динамическая погрешность возникает вследствие несоответствия между реальным тепловым откликом объекта контроля и его математической моделью, также вклад в погрешность вносит инерционность измерительных звеньев и особенности алгоритмов обработки сигналов. Для снижения влияния этой погрешности на дальнейшие результаты применимы регрессионные модели машинного обучения, такие как метод опорных векторов и ансамблевые методы. Эти методы позволят аппроксимировать зависимость между формой термограммы и искомыми параметрами, такими как момент максимума температуры, установившееся значение и др. Хронологическая термограмма представляется в виде временного ряда:

$$T(t) = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$$

Регрессионный метод определения информативного параметра, на примере поиска момента максимума температуры сводится к задаче регрессии:

$$t_{max} = f(T(t), \theta).$$

В данном случае параметр модели задаётся как θ, а обучение модели f() производится путём минимизации функции потерь:

$$L(\theta)=\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}\left(t_{max}^{(k)} - \hat{t}_{max}^{(k)}\right)^2 .$$

Такая модель обучается напрямую восстанавливать информативный параметр по форме термограммы, что значительно повышает точность измерений.

Внедрение моделей искусственного интеллекта в условиях априорной неопределённости позволяет устранить недостатки классических методов обработки термограмм за счёт свойств предобученных моделей. Такие модели не требуют строгого задания аналитической модели процесса, вместо этого они обучаются на выборках термограмм, полученных при различных условиях, выявляя статистические

закономерности и из-за этого они автоматически подстраиваются под изменяющиеся во времени характеристики объекта контроля. Для снижения разброса теплофизических параметров входного сигнала целесообразно расширение модели искусственного интеллекта с учётом дополнительных параметров, таких как тепловой поток q, перепад температур ΔT, толщина образца H и др.:

$$x = \{T(t), q, H, \Delta T\}.$$

По аналогии с регрессионным методом модель принимает вид:

$$tmax = f(x, \theta).$$

Введение дополнительных параметров q, H и т.п. в модель способствует повышению обобщающей способности.

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМИ ДОКУМЕНТАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Е.Д. Ганичева
Научный руководитель – Холопов С.И., канд. техн. наук, доцент

В современных условиях цифровизации деятельности организаций особую актуальность приобретает задача повышения эффективности управления документацией. Значительный объем информации представлен в виде электронных документов, обработка и хранение которых требуют применения специализированных программных средств. При отсутствии таких решений организации используют традиционные подходы, основанные на бумажных архивах и файловых системах, что приводит к увеличению временных затрат, снижению прозрачности процессов и росту числа ошибок.

Решается задача оценки эффективности внедрения программного средства управления электронными документами. Объектом исследования являются процессы хранения, поиска и согласования документации в организации. Предметом исследования выступают методы и средства автоматизации управления документацией.

Целью является проведение сравнительного анализа эффективности использования бумажного архива, файловой системы и разработанного программного средства. Для достижения поставленной цели разработана методика оценки, основанная на анализе временных затрат на выполнение основных операций, а также качественных показателей, таких как количество ошибок и уровень прозрачности процессов.

В рамках исследования разработано программное средство в виде веб-приложения, обеспечивающее централизованное хранение документов, управление версиями и автоматизацию процессов согласования. Система реализует механизм поиска, позволяющий оперативно находить документы по заданным параметрам, а также обеспечивает контроль актуальности информации за счет ведения истории изменений.

Проведенный сравнительный анализ показал, что использование бумажного архива характеризуется значительными временными затратами на поиск документов и высоким влиянием человеческого фактора. Применение файловой системы частично решает проблему хранения данных, однако не обеспечивает эффективного контроля версий и согласования, что приводит к дублированию информации и риску использования устаревших документов.

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что автоматизация процессов управления документацией и централизация хранения данных являются ключевыми факторами повышения эффективности. Предложенное программное средство может быть рекомендовано для использования в организациях как доступная альтернатива сложным и дорогостоящим системам управления данными.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРЕЗКА БАЗ ДАННЫХ 1С: АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ, ИНСТРУМЕНТОВ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА АРХИТЕКТУРУ СИСТЕМЫ.

И.В. Устинов
Научный руководитель — Брянцев А.А., канд. техн. наук, доцент

С ростом объема накопленных данных в учетных системах 1С производительность и управляемость информационных баз (ИБ) неизбежно снижаются. Задача автоматизированной обрезки (свертки) баз данных становится критически важной для обеспечения стабильной работы предприятия. В работе рассматриваются современные алгоритмы очистки и методы минимизации рисков нарушения целостности данных при выполнении подобных операций.

Цель исследования: Разработка концепции и алгоритмов автоматизированного процесса обрезки баз данных 1С для оптимизации производительности и архитектуры системы.

Задачи исследования:

- анализ существующих инструментов и подходов к свертке данных в среде 1С:Предприятие;
- разработка оптимального алгоритма автоматизированной очистки, минимизирующего время простоя системы;
- исследование механизмов обеспечения отказоустойчивости при удалении архивных данных.

Обзор существующих решений. В настоящее время для обрезки баз 1С используются как штатные механизмы (обработка «Свертка информационной базы»), так и специализированные сторонние утилиты. Однако стандартные средства зачастую не учитывают специфику высоконагруженных систем, требуют длительного монопольного режима и не всегда обеспечивают корректную работу с доработанными конфигурациями.

Реализация. В рамках исследования предложен алгоритм автоматизированного процесса, состоящий из следующих этапов:

1. Аналитический этап: определение критериев «старения» данных и выявление объектов, подлежащих архивированию или удалению;
2. Выполнение (обрезка): автоматизированная свертка данных с использованием транзакционных методов, минимизирующих нагрузку на SQL-сервер;
3. Проверка: проверка ссылочной целостности после выполнения операции и очистка неиспользуемых индексов для оптимизации структуры базы данных.

Результаты. Предложенный подход позволяет автоматизировать процесс управления жизненным циклом данных в 1С. Использование научно обоснованных алгоритмов очистки не только высвобождает дисковое пространство и повышает скорость выполнения транзакционных запросов, но и упрощает поддержку архитектуры системы, делая процесс обслуживания предсказуемым и безопасным.

АРМ КАК МОСТ МЕЖДУ ВЕБ-ПЛАТФОРМОЙ И 1С:БУХГАЛТЕРИЯ ЧЕРЕЗ ПРОТОКОЛ FTP И ФОРМАТ JSON

В.Ю. Чокой
Научный руководитель – Челебаев С.В., канд. техн. наук, доцент

Задача интеграции веб-платформ с учетными системами на подобие 1С:Бухгалтерия остаётся актуальной задачей для оптимизации бизнес-процессов и повышения эффективности управления данными. Автоматизированное рабочее место (АРМ) может выступать ключевым звеном в этом процессе, обеспечивая надежную передачу и синхронизацию информации. Использование протокола FTP для передачи файлов и формата JSON для структурирования данных предлагает гибкое и масштабируемое решение для данной задачи.

Цель исследования. Разработка концепции и принципов функционирования АРМ, обеспечивающего интеграцию веб-платформы с 1С: Бухгалтерия посредством FTP-протокола и формата обмена данными JSON.

Задачи исследования:

1) анализ аналогов в сфере интеграции веб-платформ и систем 1С;
2) определение преимуществ и особенностей использования FTP-протокола и формата JSON для обмена данными;
3) разработка архитектуры АРМ, описывающей взаимодействие между компонентами;
4) описание алгоритма работы АРМ, включая передачу, парсинг и загрузку данных.

Обзор существующих решений. Обмен данными между веб-платформой и 1С:Бухгалтерия можно различными методами, включая прямые запросы к базе данных, использование API (если доступно), обмен через файлы различных форматов (CSV, XML). Однако большинство из них остаются требовательными к настройке и внедрению.

FTP-протокол, являясь широко распространенным стандартом для передачи файлов, и JSON, как легковесный и универсальный формат обмена данными, предоставляют сбалансированное решение.

Реализация. В рамках данного исследования предложена концепция АРМ, которое будет функционировать следующим образом:

1) Сериализация данных на веб-платформе: веб-платформа компонует данные в формат JSON.
2) Передача данных по FTP: созданный JSON-файл передается с веб-платформы на выделенный FTP-сервер.
3) АРМ – получение: загрузка файла с FTP-сервера на стороне 1С.
4) АРМ – парсинг: десериализация данных из JSON-файла на стороне 1С и преобразование их в объекты метаданных.

Результаты. Предложенный подход позволяет создать гибкий и надежный мост для интеграции веб-платформы с 1С:Бухгалтерия. Использование FTP обеспечивает стандартизированную передачу файлов, а JSON — удобное и структурированное представление данных.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРЕДПОЧТЕНИЙ КЛИЕНТОВ БАЗЫ ОТДЫХА

Е.Е. Лелевкин
Научный руководитель – Челебаев С.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается вопрос верхнеуровневого проектирования программного средства для анализа предпочтений клиентов базы отдыха. ПО включает в себя изучение и анализ данных о бронированиях домов, заказе услуг, предпочтениях клиентов и заключение выводов на их основе для поддержки принятия решений.

Как инструмент для решения данной задачи предлагается нейросеть с использованием LSTM-слоев, которые показывают высокую эффективность в прогнозировании временных рядов. Рассматриваются 2 типа прогнозирования – точечное, где прогнозируется значение показателя в определенный момент времени, и интервальное, в котором прогнозируется диапазон значений на определенном интервале времени. Был сделан вывод, что первый тип проще для прогнозирования, чем второй, так как при интервальном прогнозировании выше вероятность ошибки на некоторой части интервала.

Была разработана диаграмма прецедентов, которая рассматривает возможные варианты взаимодействия с системой. Создана диаграмма последовательностей, показывающая работу пользователя с системой и взаимодействия с внешней составляющей информационной системы.

Также был смоделирован процесс работы системы, включающий в себя выбор параметров анализа, получение необходимых данных, основной этап и формирование отчета. При помощи диаграммы компонентов отражено место разрабатываемой системы в информационной системе.

С помощью диаграммы классов была показана программная структура разрабатываемой нейронной сети и связи между её частями - класс Service имеет методы для запуска тренировки нейронной сети, запуска анализа и создания отчета, класс Dataset включает в себя методы загрузки данных, их разделения и нормализации, класс Trainer имеет методы тренировки, валидации, подсчета потерь и подсчета метрик, класс LossFunc имеет методы сравнения, подсчета градиента и нормализации, класс NeuralNetwork имеет методы сохранения модели и загрузки модели, в классе Optimizer присутствует метод для обновления алгоритма оптимизации. В абстрактном классе Layer присутствует метод для установки количества нейронов, от него наследуются класс LSTMLayer для реализации LSTM-слоев с методами для установки количества признаков в векторе скрытого состояния, сохранения значения и установки внутреннего состояния слоя, а также MLPLayer для реализации MLP-слоев с методами для установки количества нейронов.

Таким образом, в рамках доклада рассмотрены особенности прогнозирования данных при помощи LSTM, проработаны сценарии использования системы, смоделирован процесс работы системы, рассмотрено место системы как компонента основной ИС, а также проработана программная структура системы.

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И УСТРАНЕНИЯ АНОМАЛИЙ КОММУНАЛЬНОГО БИЛЛИНГА

А.Н. Осипов
Научный руководитель – Маркин А.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются методы обработки и устранения аномалий коммунального биллинга для шести определенных классов, среди которых: аномалии показаний приборов учета, структурные, логические ошибки, некорректные начисления, технические сбои и аномалии, связанные с несанкционированными действиями потребителей или третьих лиц [1, 2].

Для каждого класса аномалий описываются соответствующие методы обработки и устранения. Так, при аномальных значениях или пропусках во временном ряду используются линейная интерполяция и замена значений средним или медианой за определенные периоды [3]. При дублировании показаний применяют дедупликацию и перерасчет начислений [4]. В случае необходимости восстановления данных используют нормативы и анализируют временные метки [5]. Аномалии также маркируют для их дальнейшего анализа в случаях, когда они могут быть обусловлены реальными изменениями потребления коммунального ресурса. Для устранения аномалий ключевыми методами являются: валидация поступающих данных, проверка целостности записей показаний, версионирование тарифов и обеспечение прозрачности и аудита [6, 7].

В заключении подчеркивается важность применения системного подхода, подразумевающего не только обработку аномальных ситуаций, но и профилактику их повторного возникновения, так как без корректной обработки и устранения аномалий не удастся обеспечить точность исходных данных, из-за чего корректный расчет начислений оказывается невозможным.

Библиографический список

1. Принципы построения гарантоспособных биллинговых информационных систем в жилищно-коммунальном хозяйстве: [Электронный ресурс] // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/printsipy-postroeniya-garantosposobnyh-billingovyh-informatsionnyh-sistem-v-zhilischno-kommunalnom-hozyaystve

2. Billing Data Storage Inspection [Электронный ресурс] // URL: https://www.yjsershisan.com/showinfo-4-111830-0.html

3. Comparison of Methods of Estimating Missing Values in Time Series: [Электронный ресурс] // URL: https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=84196

4. Billing identifier uniqueness check: [Электронный ресурс] // URL: https://www.yjsershisan.com/showinfo-4-85176-0.html

5. Контроль и восстановление целостности данных в информационных системах различного назначения: [Электронный ресурс] // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kontrol-i-vosstanovlenie-tselostnosti-dannyh-v-informatsionnyh-sistemah-razlichnogo-naznacheniya

6. Auditable data structures: theory and applications: [Электронный ресурс] // URL: https://arxiv.org/abs/2306.01886

7. Strengthening Data Integrity in Utility Billing Systems: [Электронный ресурс] // URL: https://blog.munibilling.com/blog/strengthening-data-integrity-in-utility-billing-systems

РАЗРАБОТКА ДИАГРАММЫ КЛАССОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ЭМОЦИЙ В ТЕКСТЕ

Е.О. Сычикова
Научный руководитель – Челебаев С.В., канд. техн. наук, доцент

Модель BERT благодаря двунаправленной архитектуре и механизму самовнимания эффективно решает задачи классификации текстов, включая выявление эмоций в русскоязычных сообщениях. Однако высокая вычислительная сложность затрудняет её применение в системах реального времени, что делает задачу оптимизации модели перед развертыванием крайне актуальной.

Диаграмма классов UML позволяет визуализировать статическую структуру системы, связи между сущностями и контракты их взаимодействия. Использование диаграммы на этапе проектирования обеспечивает единое понимание архитектуры и упрощает последующее расширение функциональности.

В работе спроектирована диаграмма классов платформы для полного цикла оптимизации и промышленной эксплуатации нейросетевых моделей семантического анализа. Центральным элементом выступает абстрактный класс Модель, от которого наследуется конкретная реализация BERTМодель с уникальными параметрами трансформера и методом тонкой настройки.

Ключевое архитектурное решение — применение паттерна Стратегия в иерархии классов МетодОптимизации. Конкретные реализации Квантование, Прунинг и Дистилляция реализуют единый интерфейс optimize, что позволяет гибко комбинировать алгоритмы сжатия в любом порядке без изменения клиентского кода.

Класс Эксперимент агрегирует ссылки на исходную модель, список примененных методов оптимизации и результирующую сжатую модель, обеспечивая воспроизводимость каждого запуска. Модуль СравнительМетрик формирует ОтчетСравнения с ключевыми метриками: ускорение инференса, падение точности и сокращение размера на диске.

Инфраструктурный слой включает ЭкспортерМодели с перечислением ФорматЭкспорта, Развертывание со статусной моделью и Мониторинг для сбора метрик производительности. Сквозной Логгер фиксирует историю экспериментов и операций деплоя, формируя единый аудиторский след.

Спроектированная архитектура обеспечивает слабое зацепление компонентов, позволяя изолированно модифицировать модули оптимизации, экспорта или мониторинга без каскадных изменений в смежных подсистемах. Это делает решение масштабируемым и пригодным для внедрения в системы клиентского сервиса и медиамониторинга.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВИДЕНИЯ

Р.П. Котлубей
Научный руководитель – Карасев В.В., канд. техн, наук, доцент

Выбор вуза относится к числу сложных задач многокритериального принятия решений. Абитуриенту необходимо одновременно учитывать стоимость обучения, проходные баллы и ряд других факторов. Значимость каждого критерия

определяется индивидуальными предпочтениями пользователя. В связи с этим целью работы является разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений, обеспечивающей персонализированный выбор вуза на основе совокупности критериев и предпочтений абитуриента. Существующие цифровые сервисы позволяют получать сведения об образовательных организациях и сокращать множество альтернатив, однако возможности персонализированного ранжирования вузов реализованы в них ограниченно [1].

Проблема усугубляется тем, что данные о вузах являются разнородными по структуре и шкалам измерения. Часть показателей имеет количественный характер и выражается в абсолютных значениях, например стоимость обучения. Другие параметры являются бинарными, например наличие общежития. Некоторые характеристики представлены в виде рейтинговых или экспертных оценок. Кроме того, в открытых источниках возможны пропуски данных, дублирование информации и различная периодичность её обновления. В связи с этим информационная система должна обеспечивать не только хранение сведений о вузах, но и выполнять их предварительную обработку, нормализацию и последующее ранжирование по выбранному критерию.

Интеллектуальность разрабатываемой системы понимается как способность адаптировать модель оценки к индивидуальным предпочтениям пользователя и автоматически формировать интерпретируемые рекомендации. На вход системы поступают ограничения, задаваемые абитуриентом: направление подготовки, форма обучения, город, перечень предметов ЕГЭ, предельная стоимость обучения и необходимость общежития.

Алгоритм функционирования системы включает фильтрацию недопустимых альтернатив, нормализацию значений критериев оценки образовательных организаций и последующее ранжирование допустимых вузов. Для определения относительной важности критериев применяется метод анализа иерархий, основанный на попарных сравнениях показателей оценки альтернатив [2]. В качестве критериев рассматриваются стоимость обучения, проходной балл, число бюджетных мест, наличие общежития, показатели трудоустройства выпускников и уровень научно-образовательной инфраструктуры. Интегральная оценка образовательной организации определяется на основе аддитивной свёртки нормализованных значений критериев с учётом их весовых коэффициентов. Результатом работы системы является ранжированный список вузов и пояснение полученного результата через веса критериев и их вклад в итоговую оценку.

Практическая значимость работы заключается в повышении обоснованности выбора вуза и снижении риска принятия решения на основе неполной информации. Разработанная модель может быть использована как основа веб-ориентированного сервиса поддержки абитуриента при выборе образовательной организации.

Библиографический список

1. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений: учебник. – М.: Университетская книга; Логос, 2006. – 392 с.

2. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С НЕЙРОСЕТЕВОЙ СЕГМЕНТАЦИЕЙ ОБЪЕКТОВ

А.Ю. Лазарев
Научный руководитель – Брянцев А.А., канд. техн. наук, доцент

Спутниковые снимки часто имеют произвольную ориентацию, масштаб и перспективные искажения, что снижает качество выделения и определения объектов. Существующие решения либо выполняют только фотограмметрическую коррекцию, либо не позволяют пользователю интерактивно контролировать процесс и выделять объекты на снимке автоматически. Актуальна задача создания инструмента, объединяющего автоматическую и ручную геометрическую коррекцию и нейросетевую сегментацию.

Объект исследования - цифровые спутниковые изображения оптического диапазона. Предмет - методы геометрической коррекции (поворот, масштабирование, аффинные преобразования) и нейросетевая сегментация объектов. Цель – разработка программного модуля для интерактивного исправления геометрических искажений автоматически с возможностью ручной доработки и детекции объектов с помощью обученной модели YOLOv8.

Использована модель YOLOv8m - одноэтапный детектор на основе свёрточной нейронной сети. Её архитектура включает CSPDarknet (магистраль для извлечения признаков), PAN-FPN (пирамидальную сеть для объединения многомасштабных карт признаков) и головку, предсказывающую ограничивающие рамки и классы объектов. Модель обучена на датасете из 18000 снимков, 20 классов: самолёты, корабли, автомобили, здания и др. Для интеграции в программу использована библиотека Ultralytics YOLO.

Разработан программный модуль с графическим интерфейсом, включающий окно авторизации, главное окно с панелью инструментов, загрузку изображения, автоматический и ручной поворот, масштабирование с выбором метода интерполяции, аффинное преобразование с независимой регулировкой масштаба и сдвига по осям, модуль нейросетевой детекции с собственной обученной моделью. Результаты детекции отображаются в виде рамок с подписями классов, количество объектов выводится на информационную панель. Предусмотрено сохранение обработанного изображения в PNG с прозрачностью и экспорт в векторные форматы Shapefile и GeoJSON для последующей загрузки в геоинформационную систему QGIS, OpenStreetMap.

На тестовых спутниковых снимках после выполнения автоматических преобразований с ручной коррекцией результатов нейросетевая модель успешно выделила объекты: корабли, пристани, автомобили и отобразила их рамками с подписями классов. Программа работает в интерактивном режиме, позволяя специалисту последовательно применять необходимые преобразования и сразу оценивать результат детекции после сегментации с возможностью переключения слоёв на изображении.

Таким образом, разработанный программный модуль обеспечивает интеграцию автоматической и ручной геометрической коррекции и нейросетевой сегментации объектов на спутниковых снимках. Подход позволяет пользователю адаптировать изображение под требования модели и тем самым повысить качество детекции по сравнению с обработкой неоткорректированных снимков. Модуль может

использоваться в задачах мониторинга транспортной ситуации, оперативного картографирования и отслеживании чрезвычайных ситуаций.

ОПТИМИЗАЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ПЛИС

И.А. Авдеев
Научный руководитель – Челебаев С.В., канд. техн. наук, доцент

В системах компьютерного зрения реального времени требуется обработка видеопотока с предсказуемой задержкой и высокой пропускной способностью. ПЛИС позволяют реализовать конвейерную архитектуру с параллелизмом на уровне пикселей. Однако выбор размера апертуры фильтра и типа кристалла напрямую влияет на достижимую тактовую частоту и потребление ресурсов. В настоящей работе проведено сравнение двух аппаратных реализаций: сглаживающих нерекурсивных фильтров на ПЛИС Spartan-6 (XC6SLX75) [1] и трёх алгоритмов (гауссовский фильтр 5×5, детектор границ Собеля, адаптивная пороговая обработка) на ПЛИС Zynq-7000 . Для корректного сравнения данные работы [1] пересчитаны в кадры в секунду, а ресурсные затраты – в проценты относительно доступных на кристалле. Результаты сведены в таблицу.

Таблица 1 – Сравнение характеристик реализаций

Алгоритм (ПЛИС)	LUT, %	DSP, %	Тактовая частота, МГц	Кадр/с
Сглаживание 3×3 (Spartan-6) [1]	0,4	7	69,8	38
Сглаживание 5×5 (Spartan-6) [1]	1,4	19	38,3	12,5
Сглаживание 7×7 (Spartan-6) [1]	2,9	37	21,5	5,0
Гаусс 5×5 (Zynq-7000)	7	7	100	20165
Детектор Собеля (Zynq-7000)	5	1	100	11562
Адаптивная пороговая (Zynq-7000)	4	1	100	14900

LUT (Look-Up Table) — логический элемент ПЛИС, реализующий функции. Процент показывает занятость логики кристалла. DSP (Digital Signal Processing) — аппаратные блоки умножения-накопления для вычислений. Процент отражает использование вычислительных ресурсов.

Анализ таблицы показывает, что реализация на Zynq-7000 обеспечивает производительность на три порядка выше, чем на Spartan-6 [1] для фильтра 5×5 (20 165 кадр/с против 12,5 кадр/с) благодаря более высокой тактовой частоте (100 МГц против 38,3 МГц) и конвейеризации (пиксель за такт). Ресурсные затраты на Zynq-7000 выше (7% LUT против 1,4%), что оправдано быстродействием. На Spartan-6 увеличение апертуры с 3×3 до 7×7 снижает FPS с 38 до 5 кадр/с, что непригодно для реального времени (требуется 25–30 кадр/с); эта ПЛИС оправдана только для окна 3×3 при низких требованиях. На Zynq-7000 детектор Собеля и пороговая

обработка потребляют всего 1% DSP, что выгодно для энергоэффективных систем (единицы ватт против десятков у ЦП/ГП). Гауссовский фильтр задействует 7% DSP, но даёт максимальную производительность (20 165 кадр/с), полезную для высокоскоростной съёмки. Вывод: для низких FPS (до 30 кадр/с) достаточно Spartan-6 с окном 3×3, для высокопроизводительных систем (более 1000 кадр/с или Full HD) необходима Zynq-7000.

1. Чертков, В. М. Нерекурсивная фильтрация изображений с использованием программируемых логических интегральных схем архитектуры FPGA / В. М. Чертков, Р. П. Богуш, А. В. Андрощук // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С: Фундаментальные науки. – 2015. – № 4. – С. 112–120.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ

И.А. Пантелеев
Научный руководитель – Холопов С.И., канд. техн. наук, доцент

В работе рассматриваются особенности подготовки научных публикаций в условиях цифровой среды. Развитие информационно-коммуникационных технологий существенно расширило возможности научной деятельности, обеспечив быстрый доступ к источникам информации, автоматизацию обработки данных и эффективное взаимодействие между исследователями [1]. Цифровые платформы и электронные ресурсы стали неотъемлемой частью современного научного процесса.

Целью работы является анализ технологии подготовки научных публикаций с использованием цифровых инструментов. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: изучение этапов подготовки научного текста, анализ применяемых программных средств и оценка их роли в повышении эффективности научной деятельности.

Процесс подготовки научной публикации представляет собой последовательную систему взаимосвязанных этапов. На первом этапе осуществляется выбор актуальной темы исследования и анализ существующих научных источников, что позволяет определить степень разработанности проблемы. Далее формулируются цель и задачи исследования. Следующим этапом является написание текста, включающее описание методики исследования, полученных результатов и их интерпретацию. Особое внимание уделяется правильному оформлению научного текста в соответствии с установленными требованиями. Завершающими этапами являются редактирование, рецензирование и публикация работы [2].

В условиях цифровизации значительная часть указанных этапов может быть автоматизирована. В настоящее время широко применяются различные программные средства, обеспечивающие поддержку подготовки научных публикаций. К ним относятся менеджеры библиографии (Mendeley, Zotero), позволяющие автоматизировать сбор и оформление источников; системы совместной работы (Google Docs, Overleaf), обеспечивающие одновременное редактирование текста несколькими авторами; а также сервисы проверки оригинальности (Антиплагиат), способствующие соблюдению академической добросовестности.

Анализ показал, что каждое из указанных средств решает ограниченный круг задач, что обуславливает необходимость их комплексного применения. Совместное использование менеджеров библиографии и средств коллективной работы позволяет не только ускорить процесс подготовки публикации, но и повысить качество оформления научного текста. Дополнительное применение систем проверки оригинальности обеспечивает соответствие работы требованиям научной этики.

В результате проведённого исследования установлено, что цифровая среда предоставляет инструменты для поддержки большинства этапов подготовки научных публикаций и способствует повышению эффективности научной деятельности. Использование современных информационных технологий позволяет снизить трудоёмкость подготовки материалов и повысить качество научных работ. Перспективы дальнейших исследований связаны с внедрением интеллектуальных систем анализа и автоматического редактирования научных текстов.

Библиографический список

1. Исаева Е.В. Современные средства автоматизации академического письма: структурирование, корректура, управление источниками // Гуманитарные исследования. История и филология. – 2022. – № 6. – С. 80–94.

2. Кузнецов И. Н. Методика научного исследования. – М.: Инфра-М, 2011. – 240 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ГОЛОСОВОГО АССИСТЕНТА ДЛЯ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

И.Ю. Симонов

Научный руководитель - Маркин А.В., канд. техн. наук, доцент

Сейчас практически любую корпоративную информационную систему стараются дополнить голосовым ассистентом. Это удобно и для сотрудников, и для клиентов. Но если посмотреть на то, что реально предлагают разработчики, становится понятно, что на данный момент готовых решений «под ключ» для конкретной организации нет [1].

В работе приведено сравнение нескольких популярных платформ. Рассмотрены и зарубежные (Nuance, Voximplant), и отечественные (Яндекс SpeechKit, СалютТВ). У каждого свои плюсы. Например, у российских проще с русским языком и локальными требованиями, но хуже с кастомизацией под внутренние процессы, а зарубежные – мощные, но в текущих условиях их внедрять рискованно [2, 3].

Ещё отдельно разбирался с тем, как вообще можно встроить такой ассистент в корпоративную систему. Выделил три основных варианта:

- полное облако - легко, быстро, но данные уходят на сторону;
- своё развёртывание внутри компании - безопасно, но дорого;
- гибридная схема.

Для систем, где есть персональные данные или коммерческая тайна, гибридный вариант выглядит самым разумным [4].

На основе этого анализа поставлена задача разработать собственный голосовой ассистент для расчётно-платёжного комплекса «Абонент+». У существующего текстового ассистента этого комплекса нет голосового

сопровождения, а потребность в нём большая -тысячи пользователей ежедневно работают с системой.

Для «Абонент+» были сформулированы следующие требования к разрабатываемому ассистенту:

- поддержка русской речи с ориентацией на платёжную и абонентскую лексику;
- возможность локального развёртывания внутри контура организации;
- API для коротких транзакционных диалогов (проверка баланса, оплата, блокировка/разблокировка);
- переадресация сложных или нестандартных запросов живому оператору.

В итоге было решено, что готовое коммерческое решение не подходит - оно либо слишком дорогое, либо небезопасное, либо плохо стыкуется с внутренней архитектурой «Абонент+». Поэтому следующий этап работы - разработка прототипа собственного голосового ассистента на гибридной архитектуре.

Библиографический список

1. Нужен ли голосовой помощник в бизнесе и как его создать [Электронный ресурс] / STM Endorphin. - URL: https://stm-endorphin.ru/articles/nuzhen-li-golosovoy-pomoshchnik-v-biznese-i-kak-ego-sozdat (дата обращения: 02.04.2026).

2. Технологии речевой аналитики: обзор рынка 2024 [Электронный ресурс] / CNews Analytics. - URL: https://ict-online.ru/news/Rechevaya-analitika-v-2024-godu-tendentsii-rynka-i-stsenarii-primeneniya-293051 (дата обращения: 02.04.2026).

3. Создание корпоративного голосового помощника [Электронный ресурс] / Habr. - URL: https://habr.com/ru/companies/x5digital/articles/947388/ (дата обращения: 02.04.2026).

4. Безопасность голосовых систем в корпоративном сегменте [Электронный ресурс] / Aston. - URL: https://aiston.ru/blog/kak-zashchitit-golosovye-dannye-ot-utechek-i-vzlomov/ (дата обращения: 02.04.2026).

СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ»

ПРОЕКТРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ ПЕРВОГО УРОВНЯ

М.К. Никольский
Научный руководитель – Романов И.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент

Стремление к автоматизации промышленных процессов всегда было одной из ключевых задач человечества, направленных на повышение производительности и эффективности производства. Такой подход позволяет сосредоточиться на логике обработки данных и последовательности операций, снижая объём рутинных вычислений и вероятность ошибок. Цель данной работы - разработка системы и автоматизации проектирования технологического процесса электронного модуля первого уровня с использованием передовых технологий создания печатных плат с нуля.

Проектирование процессов в среде T-FLEX осуществляется через построение маршрутно – операционной карты, где элементы представляют собой операционные переходы, а связи между ними отражают потоки передачи информации. Подобная архитектура обеспечивает автоматизацию повторяющихся операций, интеграцию данных из CAD-систем (например, T-FLEX CAD), маршрутных карт и баз компонентов, а также позволяет внедрять инструменты контроля качества и алгоритмы машинного обучения. Например, при обработке технических требований система способна автоматически проверять корректность параметров, формировать последовательность технологических операций (комплектование, подготовка паяльной пасты, сушка, нанесение пасты на оборудовании, монтаж) и формировать маршрутную документацию.

Анализ проектируемой работы показывает высокий уровень автоматизации: архитектурная гибкость — возможность реализации как последовательных технологических цепочек, так и сложных разветвлённых структур с условиями, альтернативными маршрутами и обработкой исключений (например, при нарушении требований антистатической защиты), Встроенные механизмы обработки данных — наличие инструментов для фильтрации, агрегации и преобразования информации на каждом этапе сценария, включая контроль паяемости печатных плат и соблюдение температурных режимов при сушке.

Использование визуального моделирования позволяет существенно сократить затраты ресурсов при разработке технологических процессов электронных модулей первого уровня, снизить влияние человеческого фактора, обеспечить эффективную интеграцию данных из T-FLEX CAD и повысить точность автоматизации операций поверхностного монтажа.

Библиографический список

1. Технологическое проектирование в T-FLEX с применением типового и группового описания технологических процессов – URL: https://www.tflex.ru/about/publications/detail/index.php?ID=2155.

2. ГОСТ 3.1129-93 ЕСКД – Общие записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции, Минск, 2003.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ ВИЗУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Е.М. Крючков
Научный руководитель – Романов И.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент

В условиях цифровизации и экспоненциального роста объемов неструктурированной информации классические методы разработки уступают место гибким парадигмам визуального моделирования. Это позволяет сфокусироваться на логике потоков данных. Целью данной работы является проектирование системы интеллектуального анализа и маршрутизации информации с применением «open-source» платформы n8n [1].

Процесс разработки в среде n8n представляет собой построение направленного графа, где узлами выступают функциональные модули, а ребрами служат векторы передачи данных. Такая архитектура позволяет автоматизировать рутинные операции, синхронизировать разнородные базы данных и внедрять модули машинного обучения. Например, при агрегации заявок из различных каналов система автоматически валидирует пул данных, экспортирует его в CRM и инициирует первичную классификацию с помощью ИИ [2, 3].

Анализ характеристик выявил ряд преимуществ выбранного инструментария:

1. Архитектурная гибкость: реализация как линейных алгоритмов, так и многоуровневых сетей с условиями и механизмами обработки ошибок.
2. Гибридная разработка: сочетание визуальных «no-code» блоков с глубокой кастомизацией через скрипты на языке JavaScript.
3. Изолированный контур безопасности: возможность развертывания на локальных серверах предприятия.
4. Встроенный препроцессинг: наличие модулей для фильтрации, агрегации и трансформации «датасетов» на каждой итерации сценария.

Логика процессов строится на базе узлов четырех категорий: инициирующие (Triggers), исполнительные (Actions), модули маршрутизации (Logic) и модули трансформации (Data). Платформа обладает встроенной поддержкой корпоративных сервисов (экосистема Google, Git) и включает универсальный HTTP-модуль для работы с любыми REST API [2].

Применение средств визуального моделирования на базе n8n позволяет существенно снизить ресурсозатраты на разработку систем обработки данных, минимизировать человеческий фактор и обеспечить бесшовную интеграцию нейросетевых технологий в бизнес-процессы.

Библиографический список

3. Discover AI Automation Workflows [Electronic resource] // n8n.io. – URL: https://n8n.io/workflows/ (дата обращения: 10.10.2025).

4. Как использовать n8n для автоматизации и интеграции [Электронный ресурс] // Яндекс Практикум. – URL: https://practicum.yandex.ru/blog/kak-ispolzovat-n8n-dlya-avtomatizacii-integracii/ (дата обращения: 08.02.2026).

5. Развертывание и автоматизация n8n в облачной инфраструктуре [Электронный ресурс] // Хабр (Amvera Cloud). – URL: https://habr.com/ru/companies/amvera/articles/912560/ (дата обращения: 10.02.2026).

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ 3D-ПЕЧАТИ

И.А. Филатов
Научный руководитель - Тинина Е.В., канд. техн. наук, доцент

Современное развитие аддитивных технологий сопровождается ростом доступности оборудования и одновременным повышением требований к качеству, повторяемости и экономической эффективности 3D-печати. При переходе от прототипирования к функциональному производству возрастает значение оптимизации всего технологического цикла: от подготовки модели до выбора режимов печати и постобработки [1].

В работе проанализировано состояние аддитивного производства и выделены ключевые проблемные группы: качество изделий, производительность, экономические факторы и технологические ограничения, связанные с большим числом взаимозависимых параметров [1]. Показано, что повышение эффективности возможно только при комплексном подходе.

Установлено, что оптимизация режимов печати и постобработки снижает количество дефектов, а адаптивное управление параметрами сокращает время изготовления и повышает стабильность результата [1]. Отмечена перспективность методов многокритериальной оптимизации и машинного обучения для автоматической коррекции параметров в процессе печати.

Сравнительный анализ FDM/FFF, SLA/DLP и SLS показал, что каждая технология имеет собственные преимущества и ограничения по точности, прочности, стоимости и сложности эксплуатации [1]. Общим ограничением остается зависимость качества изделия от опыта оператора.

На втором этапе исследования обоснован выбор программного комплекса для цифровой подготовки печати: Blender — для моделирования и контроля геометрии, Orca Slicer — для FDM-слайсинга, CHITUBOX — для SLA-слайсинга [2]. Такой подход охватывает полный цикл подготовки, упрощает калибровку под материалы и оборудование, повышает воспроизводимость результатов и может применяться в учебных лабораториях и на малых производственных площадках.

Таким образом, эффективная оптимизация 3D-печати достигается сочетанием инженерного анализа, выбора адекватного программного инструментария и внедрения интеллектуального управления параметрами процесса. Полученные результаты могут служить основой для дальнейших НИР по созданию адаптивных систем управления аддитивным производством [1], [2].

Библиографический список

1. Гибсон, И. Технологии аддитивного производства. 3D-печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство / И. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. — М.: Техносфера, 2016. — 656 с.

2. Blender 3D. Моделирование и дизайн. — СПб.: БХВ-Петербург, 2021. — 272 с.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УЧЕТА И АНАЛИЗА АКТОВ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ РЕКЛАМАЦИЙ В ЦЕХЕ ГАРАНТИЙНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ PYTHON/POSTGRESQL

М.А. Шукшин
Научный руководитель - Меркулов Ю. А., ст. преподаватель

Процесс удовлетворения рекламации в цехе гарантийного обслуживания традиционно завершается формированием акта. Этот документ фиксирует факт выполнения гарантийных работ и является первичным источником для расчёта надёжности продукции. Однако при бумажном документообороте данные актов оседают в архивах, что делает невозможным оперативный анализ повторяющихся дефектов и контроль оборачиваемости запчастей. Цель работы — разработать структуру БД PostgreSQL и концепцию веб-интерфейса на Python для управления актами рекламаций, обеспечивающую анализ дефектов на новом уровне.

Ключевое отличие рекламационной базы данных от обычной CRM — необходимость хранения иерархического состава изделия и истории замен компонентов. Простое текстовое описание дефекта не позволяет построить диаграмму Парето по отказам. Поэтому в PostgreSQL предложена реляционная модель из четырёх сущностей: «Изделия» (серийные номера, дата выпуска), «Рекламации» (статусная модель OPEN → DIAGNOSTICS → REPAIR → CLOSED), «Акты работ» (дата, регулировщик, признак гарантийности) и «Замененные узлы» (каталожный номер, причина отказа). Задействованы механизмы СУБД: Check Constraints, JSONB-поля для гибкой диагностики и рекурсивные CTE для построения дерева отказов.

Веб-приложение реализуется на Django. При вводе серийного номера Python-бэкенд автоматически подгружает историю предыдущих рекламаций. Функция на datetime сверяет дату выпуска с датой отказа и гарантийным сроком, исключая человеческий фактор при определении «гарантийный/негарантийный случай».

Аналитическая панель агрегирует данные PostgreSQL и предоставляет руководству цеха оперативный мониторинг. Она включает линейный график динамики рекламаций по неделям, диаграмму Парето наиболее часто отказывающих узлов, KPI среднего времени удовлетворения рекламации и круговую диаграмму распределения причин отказов (производственный дефект, ошибка проектирования, нарушение эксплуатации, износ). Технически панель реализована на Pandas и Plotly.

Для обеспечения доверия к данным внедрены два механизма защиты. В Django настраивается ролевая модель: регулировщик вносит данные о заменённых узлах, начальник участка утверждает акты. На уровне PostgreSQL создаётся триггерный аудит: при любом обновлении или удалении записи из таблицы WorkActs триггерная функция копирует предыдущее состояние в теневую таблицу WorkActs_Audit с меткой времени, именем пользователя БД и IP-адресом. Журнал недоступен через веб-интерфейс, что гарантирует невозможность несанкционированного изменения данных задним числом.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ УЧЕТНОЙ СИСТЕМЫ ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ ОПЕРАЦИЙ

К.А. Янушкевич
Научный руководитель – Тинина Е.В., канд. техн. наук, доцент

Структура языка программирования в учетных системах, таких как платформа «1С:Предприятие», включает в себя средства описания данных, определяющие типы информации и переменные, а также набор операций для их обработки. Язык поддерживает декларативный и процедурный стили программирования, что позволяет разработчикам гибко настраивать бизнес-логику под требования конкретного учреждения. Важной особенностью является встроенная поддержка работы с метаданными, что дает возможность описывать структуру справочников, документов, регистров и отчетов непосредственно в коде конфигурации. Синтаксис языка ориентирован на предметную область бухгалтерского учета, что снижает порог входа для специалистов с финансовым образованием и ускоряет процесс адаптации типовых решений.

Работа с временными таблицами является критически важным аспектом оптимизации производительности учетных систем. Временные таблицы представляют собой объекты СУБД, хранящиеся на сервере и предназначенные для промежуточной обработки больших объемов данных в рамках одного сеанса или транзакции. Их применение рекомендуется для повышения стабильности выполнения запросов, особенно при сложных соединениях и агрегациях.

При этом существуют строгие рекомендации по их использованию: не следует создавать временные таблицы с объемом данных, превышающим сотни тысяч записей, так как это может привести к исчерпанию дискового пространства и снижению производительности. Также важно ограничивать количество выбираемых полей только теми, которые действительно потребуются в последующих операциях, и избегать создания и удаления временных таблиц внутри циклов.

Индексирование временных таблиц является обязательным условием эффективной работы при участии таких таблиц в соединениях или подзапросах. Индекс следует строить на полях, используемых в условиях соединения или фильтрации, однако для маленьких таблиц (менее тысячи записей) индексирование может быть избыточным. Если условий выбора несколько, индекс целесообразно создавать для наиболее часто используемого условия, что обеспечивает оптимальный баланс между скоростью выборки и затратами на поддержку индекса.

Оценка потенциала автоматизации бухгалтерского учета требует комплексного анализа как технологических возможностей системы, так и организационных условий ее внедрения. Современные программы автоматизации, такие как «1С:Бухгалтерия», обеспечивают высокий уровень автоматизации за счет ввода и хранения информации в объеме, достаточном для формирования первичных документов, регистров учета и регламентированной отчетности.

Завершая характеристику, следует отметить, что эффективная учетная система конфигурации представляет собой экосистему, объединяющую язык программирования с предметно-ориентированной структурой, оптимизированные механизмы обработки данных через временные таблицы и продуманные критерии оценки автоматизационного потенциала. Система способна обеспечить надежность, производительность и соответствие постоянно меняющимся требованиям законодательства в сфере бухгалтерского и налогового учета.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ТСПЗ НА БАЗЕ IIOT

А.С. Дунин
Научный руководитель Ленков М. В., канд. техн. наук, доцент

Обеспечение пожарной безопасности на промышленных предприятиях всегда было непростой задачей. Сегодня объекты оснащаются множеством технических средств: пожарные извещатели, системы пожаротушения, дымоудаление, оповещение. Но, все эти системы существуют сами по себе, работают изолированно, и диспетчер не видит целостной картины, и это главная проблема таких систем. В итоге при любом инциденте приходится вручную собирать информацию с разных подсистем, теряя драгоценное время. Диагностика неисправностей проводится постфактум, ложные срабатывания остаются незамеченными, а главное — отсутствует возможность прогнозировать отказы заранее. Таким образом, традиционная организация ТСПЗ загоняет предприятие в реактивную модель: мы реагируем после того, как что-то случилось, хотя сегодня безопасность требует совсем другого — проактивного подхода, когда проблемы предотвращают до их возникновения.

Предлагается комплексный подход, который базируется на технологиях промышленного интернета вещей (IIoT). Если говорить просто, то предлагается все разрозненные датчики объединить в единую информационную систему с централизованной диспетчерской. Архитектура такой системы трехуровневая. На полевом уровне размещаются сами объекты: пожарные извещатели, насосные станции, контроллеры. Они непрерывно собирают телеметрию. На уровне передачи данных специальные IIoT-шлюзы агрегируют эту информацию, фильтруют заведомо ложные сигналы и по защищенным каналам отправляют дальше. Наконец, уровень централизованного управления — это SCADA-система, база данных событий и автоматизированные рабочие места диспетчеров, где вся картина противопожарной защиты отображается в реальном времени.

Ключевой момент — подход является именно комплексным. Он учитывает не только сбор данных, но и надежность: резервируются серверы и каналы связи, а локальные контроллеры умеют работать автономно, если связь с центром потеряна. Учтена и кибербезопасность: интеграция в цифровую среду повышает риски, поэтому применяется сегментация сети, шифрование трафика, многофакторная аутентификация. Кроме того, за счет накопления данных система учится предсказывать отказы оборудования до того, как они произойдут, — это и есть предиктивная диагностика. Благодаря этому обслуживание становится не плановым, а по фактическому состоянию, что экономит средства.

В итоге внедрение такой системы решает исходные проблемы. Диспетчер видит полную картину в реальном времени, время реагирования на инциденты сокращается, затраты на обслуживание снижаются за счет прогнозирования отказов, а ложных срабатываний становится меньше. Экономический эффект складывается из уменьшения простоев производства и снижения ущерба от возможных пожаров. Но главное — предприятие переходит от реактивной модели управления рисками к проактивной, когда опасность выявляется и предотвращается на ранней стадии. Авторы делают вывод, что предложенный комплексный подход может быть рекомендован для практического применения при проектировании и модернизации систем противопожарной защиты на промышленных предприятиях. Это

действительно современный и стратегически верный шаг в цифровой трансформации промышленной безопасности.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

М.Н. Калинин
Научный руководитель – Кузьмина Е.М., ст. преподаватель

В условиях цифровой трансформации бизнеса особую актуальность приобретает задача создания информационных систем, способных гибко адаптироваться к уникальным процессам конкретного предприятия. Типовые ERP – решения, такие как «1С:Предприятие», успешно справляются с регламентированным учетом, однако при необходимости реализации нестандартных сквозных сценариев, охватывающих одновременно бухгалтерию, производство и финансовый отдел. Целью данной работы является проектирование автоматизированной системы подразделения предприятия, обеспечивающей тесную интеграцию бизнес-процессов на базе современной платформы .NET я языка C# [1].

В основе проектируемой системы лежит трехуровневая архитектура «Клиент-Сервер приложения – База данных». Уровень представления реализуется клиентским приложением на языке C#. Для взаимодействия с базой данных используется технология Entity Framework Core. Хранилище данных СУБД Microsoft SQL Server[2].

Анализ характеристик выявил ряд преимуществ выбранного инструментария:

1. Архитектурная гибкость: отсутствие ограничений, накладываемых объектами метаданных 1С, позволяет реализовать любую нестандартную логику без риска нарушения целостности при обновлениях платформы.
2. *Экономическая эффективность*: возможность использования бесплатных редакций инструментов разработки (Visual Studio Community) и сервера баз данных (SQL Server Express) исключает регулярные лицензионные отчисления.
3. *Производительность вычислений*: компилируемый язык C# демонстрирует высокую скорость выполнения сложных математических расчетов по сравнению с интерпретируемым языком платформы 1С.
4. *Интеграционные возможности*: нативная поддержка современных протоколов и API в .NET упрощает взаимодействие с внешними сервисами и промышленным оборудованием [1, 4].

Логическая структура базы данных спроектирована в соответствии с требованиями третьей нормальной формы. Связь между таблицами различных схем и объектами серверной части на C# осуществляется через навигационные свойства Entity Framework Core, что позволяет в коде обращаться к связанным сущностям напрямую (например, `employee.ProductionTasks`), повышая читаемость и снижая вероятность ошибок.

Применение платформы .NET и языка C# в сочетании с современными архитектурными паттернами позволяет создать надежную, производительную и экономически эффективную информационную систему, точно адаптированную под уникальные бизнес-процессы конкретного подразделения. Выполненный этап проектирования закладывает прочный фундамент для последующей реализации и внедрения системы на предприятии.

Библиографический список

1. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений. — М.: Вильямс, 2006.
2. Эспозито Д. Разработка приложений для Microsoft .NET. — СПб.: Питер, 2019.
3. Gamma E., Helm R., Johnson R., Vlissides J. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. — Addison-Wesley, 1994.
4. Черватюк В.Д., Коблов Н.Н. Сравнительный анализ производительности платформ .NET и 1С:Предприятие // Материалы конференции ТПУ. — Томск, 2017.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ СО СЛОЖНОПРОФИЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ В СРЕДЕ САПР T-FLEX CAD И ADEM CAM

И.А. Тарудько
Научный руководитель – Ленков М.В., канд. техн. наук, доцент

Предлагаемая методика базируется на интеграции трёхмерного параметрического моделирования в T-Flex CAD и проектирования управляющих программ в ADEM CAM. Деталь характеризуется симметричностью, наличием базовой плоскости и установочных поверхностей на разных уровнях. Ключевые конструктивные элементы: наклонные бобышки, внутренние рёбра жесткости, точные отверстия с допусками по круглости и соосности, а также полости, уступы, пазы и карманы сложной формы. Наклонные бобышки требуют либо угловых головок, либо многоустановочной обработки, либо 5-осевого фрезерования. Внутренние рёбра ограничивают доступ инструмента и создают риск вибраций.

Проектирование в T-Flex CAD. На основе 3D-модели детали создаётся модель заготовки: для серийного производства предпочтительно литьё, для опытного – прокат в виде прямоугольного блока. С помощью булевых операций получают твёрдотельную модель заготовки, что позволяет автоматически определить припуски. Построение модели детали ведётся через двумерные контуры с операциями выталкивания, булева вычитания/сложения, вращения, а также стандартными операциями «отверстие» и скругления. Встроенные модули распознают конструктивно-технологические элементы (отверстия, пазы, карманы, резьбы), что автоматизирует проектирование технологии и позволяет выполнить предварительный анализ технологичности. Анализируются проблемные зоны: доступ к внутренним рёбрам и минимальные радиусы скруглений. Булевым вычитанием детали из исходного тела получают трёхмерную модель заготовки с точным расчётом припусков и массы.

Маршрутная технология. Учитывается парк станков; для наклонных бобышек рационально использовать 5-осевой центр или 3-осевой станок с поворотным столом. На этапе разработки маршрута определяются технологические базы и схема крепления заготовки, обеспечивающие жёсткость при обработке тонких рёбер. Этапы обработки: фрезерование базовой плоскости, черновая обработка контура и полостей с удалением основного припуска и обходом рёбер, позиционная или одновременная 5-осевая обработка бобышек, чистовая обработка ответственных

плоскостей и сложных поверхностей, обработка точных отверстий (сверление, зенкерование, развёртывание, растачивание).

Реализация в ADEM CAM. Система импортирует геометрию из T-Flex CAD, позволяет доопределить технологические границы, защитные плоскости и зоны обработки. Из обширной библиотеки ADEM CAM выбирается режущий инструмент — для глубоких полостей и рёбер рекомендуются фрезы с удлинённой шейкой. Назначаются режимы резания с учётом материала детали. Применяются специализированные стратегии: черновая Z-level с оптимизированным врезанием вне зоны тонких рёбер; обработка наклонных бобышек – параллельными плоскостями с наклоном инструмента (для 5-осевой) или позиционная с поворотом стола; чистовая – параметрическая для криволинейных участков. Отверстия обрабатываются стандартными циклами сверления, зенкерования, развёртывания и растачивания. Обязательный этап – 3D-симуляция и твёрдотельная верификация для исключения столкновений инструмента с приспособлениями и стенками детали, а также контроля съёма материала и выявления недорубов. Завершает процесс постпроцессирование под конкретную систему управления (Heidenhain, Fanuc, Siemens) с поддержкой 5-осевой обработки или поворотного стола. Дополнительно выполняется оптимизация траекторий по времени и качеству поверхности.

АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УЧЁТА ИЗДЕЛИЙ

А.А. Терешина
Научный руководитель - Тинина Е.В., канд. техн. наук, доцент

Современные предприятия работают в условиях роста номенклатуры продукции, усложнения технологических процессов и повышения требований к качеству. В таких условиях ручные или частично автоматизированные методы учёта становятся неэффективными: они замедляют обработку данных, увеличивают риск ошибок и затрудняют принятие управленческих решений [1]. Поэтому актуальным является внедрение автоматизированных информационных систем учёта изделий, позволяющих централизовать данные и повысить эффективность управления производством.

Целью работы является анализ автоматизированных информационных систем учёта изделий и сравнение существующих программных решений. Для достижения цели были поставлены задачи: изучить данные системы, рассмотреть применяемые на предприятиях решения и провести их сравнительный анализ.

Научная новизна заключается в комплексном сравнительном анализе систем и обосновании выбора или разработки решения, соответствующего задачам конкретного предприятия. Особое внимание уделяется тому, что учёт должен охватывать весь жизненный цикл изделия, а сама система — обеспечивать точность, актуальность и централизованное хранение данных.

В работе рассмотрены распространённые программные решения: Digital Q, 1С:ERP, ФОБОС, SAP ERP и Oracle NetSuite. Они различаются по функциональности, масштабу применения и стоимости. Например, Digital Q подходит для небольших предприятий, 1С:ERP является универсальным решением, ФОБОС ориентирован на

дискретное производство, SAP ERP — на крупные корпорации, а Oracle NetSuite представляет собой гибкое облачное решение.

Проведённый анализ показал, что универсальной системы не существует. Выбор зависит от масштаба предприятия, сложности процессов, бюджета и требований к интеграции [2]. Каждое решение имеет свои преимущества и ограничения.

Практическая и научная значимость работы заключается в том, что результаты анализа позволяют обосновать выбор информационной системы, соответствующей задачам предприятия, а также могут быть использованы при проектировании новых решений. Применение таких систем способствует повышению эффективности, снижению ошибок и улучшению качества управленческих решений.

В заключение можно отметить, что грамотный выбор автоматизированной системы учёта изделий играет ключевую роль в повышении эффективности производственных процессов. Полученные результаты могут быть использованы на предприятиях различных отраслей и служат основой для дальнейших исследований в области автоматизации.

Библиографический список

1. Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Основы проектирования информационных систем. Учебное пособие. СПб: Университет ИТМО, 2015. 206 с.

2. Акимова И. В. Информационные системы: учебное пособие. Пенза: ПГУ, 2020. 106 с. — ISBN 978-5-907262-98-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/322676 (дата обращения: 20.02.2026).

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ И БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА»

ПОРТАТИВЫЙ МОНИТОР СИГНАЛИЗАЦИИ ОПАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

Т.М. Яковлев
Научный руководитель – Гуржин С.Г., канд. техн. наук, доцент

По данным Всемирной организации здравоохранения более 1,4 миллиарда взрослых людей в возрасте 30-79 лет страдают гипертонией, причем большинство из них проживают в странах с низким и средним уровнем дохода [1]. Мониторинг необходим для контроля гипертонии в повседневных условиях. Традиционные методы измерения артериального давления (АД) не дают возможности простого удобного мониторинга показателей АД в реальном времени. Особенно опасной являются ситуации, когда человек не способен сам оценить состояние АД традиционными методами.

Так как современные методы измерения АД требуют затрат времени, непосредственного участия пользователя, и приносят дискомфорт в виде болевых ощущений от сдавливания окклюзионной манжетой, предлагается отойти от метода измерения тонами Короткова и осциллометрического метода и прибегнуть к фотоплетизмографии (ФПГ). Данный метод позволит осуществлять безманжетный мониторинг параметров АД в повседневной жизни.

Метод ФПГ не даёт прямой оценки АД, но позволяет осуществлять мониторинг связанных показателей, а именно скорость распространения пульсовой волны (СРПВ) при помощи размещения двух датчиков ФПГ на известной магистрали. Данный показатель является ключевым в оценке состояния сосудов и диагностики артериальной гипертензии.

Для этих целей разрабатывается портативная система безманжетного мониторинга АД, диагностирования артериальной гипертензии (АГ) и оценки модуля эластичности сосудов.

Вычисление СРПВ осуществляется на основе непрерывно измеряемых значений времени распространения пульсовой волны (ВРПВ), в соответствии с выражениями, выведенными из уравнения Моенса-Кортевега:

$$V = \frac{L}{T} \text{ и } T^2 = \frac{L^2 \rho d}{h E_0} e^{-\alpha P},$$

где V – СРПВ (в норме 5-10 м/с); L – длина измеряемого участка кровеносного сосуда; T – ВРПВ; ρ – плотность крови (1,050…1,060 г/см^3); d – внутренний диаметр сосуда; h – толщина стенки сосуда; E_0 – модуль упругости стенки сосуда; α – коэффициент, учитывающий свойства стенки сосуда (0,016-0,018); P – АД.

Для мониторинга и сигнализации опасных изменений состояния обследуемого используются нормальные показатели СРПВ в зависимости от возраста людей, которые представлены в ряде работ по результатам экспериментальных исследований.

Оперативное и автоматическое сравнение нормальных показателей с текущими показателями обследуемого дает возможность объективно судить об опасных изменениях АД и диагностировать замаскированную АГ.

1. Всемирная организация здравоохранения. Гипертония. 25 сентября 2025 г. / URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/hypertension (Дата обращения 07.10.2025 г.).

ПОРТАТИВНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ОПАСНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ РАБОТЫ СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА

Е.С. Елгазин
Научный руководитель – Гуржин С.Г., канд. техн. наук, доцент

Сердечно сосудистые заболевания в настоящее время являются одной из основных причин смертности населения во всех странах мира. Снижение ее возможно за счет ранней диагностики и выявления этих заболеваний.

Однако известный и традиционный метод длительного наблюдения за работой сердца – холтеровский мониторинг обладает рядом недостатков, среди которых существенным является крепление к телу обследуемого нескольких электродов, вызывающих обычно дискомфорт, аллергические реакции и случайные погрешности регистрации ЭКГ высокого уровня.

В последнее время все большую популярность набирает фотоплетизмографический метод диагностики состояния сердечно-сосудистой системы обследуемого по ряду информативных параметров пульсовой волны (ПВ), таким как амплитуда и длительность фаз анакротической и дикротической волн, индекс дикротической волны, высота инцизуры, продолжительность систолической и диастолической фазы сердечного цикла, частота сердечных сокращений, время отражения ПВ и др. [1].

Отмеченные параметры ПВ позволяют судить о заметных отклонениях сердечного ритма, к которым можно отнести артериальную гипертензию, атеросклероз, сахарный диабет, вегетососудистую дистонию, гипертоническую болезнь, тахикардию и брадикардию [2].

Датчиком разрабатываемой системы является фотометрический цифровой пульсоксиметр MAX30102, устанавливаемый на запястье руки человека, где наиболее выражены пульсовые колебания, и обладающий высокими метрологическими характеристиками, такими как точность, быстродействие и помехоустойчивость [3].

Алгоритм работы системы построен на непрерывной регистрации сигнала ПВ с выхода датчика микроконтроллером, который производит анализ формы ПВ на каждом её периоде, выделение характерных точек (моментов) ПВ (экстремумов), измерение амплитудных, временных и частотных параметров ПВ и сравнение текущих показателей с нормальными. В результате формируется заключение об отсутствии или наличии опасных изменений в работе сердца, которые могут сопровождаться сигнализацией и текстовым сообщением человеку, что ему необходимо экстренно сделать в соответствии с ранее высказанной инструкцией лечащим врачом.

Предполагаемая мониторная система максимально учитывает требования портативности, неинвазивности метода получения информации, точности и помехозащищенности. Она позволит в течение суток проводить кардиомониторинг человека в естественных и привычных для него условиях.

Библиографический список

1. Семенистая Е.С. Диагностические показатели контура пульсовой кривой // Известия ЮФУ. Технические науки, № 2(79). 2008. С. 111-116.

2. Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Вагарин А.Ю., Рытик А.П. Методы и аппаратура для диагностики состояния сердечнососудистой системы по характеристикам пульсовой волны. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2009. С. 24-31.

3. Чистяков В. Пульсоксиметрия от Maxim: новый датчик MAX30102 // Новости электроники, № 7. 2016. С. 36-39.

СЕКЦИЯ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ, УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»

РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К СТАНДАРТИЗАЦИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В.М. Апостол
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с реализацией риск-ориентированного подхода к стандартизации метрологических процессов в условиях развития современной системы технического регулирования, цифровизации измерительной деятельности и возрастания требований к достоверности результатов измерений.

Обосновывается, что метрологические процессы в современных условиях приобретают не только технологическое, но и правовое, экономическое и управленческое значение. Нарушения в данной сфере способны повлечь искажение результатов испытаний, принятие ошибочных технических и управленческих решений, снижение качества продукции, нарушение требований безопасности, имущественные потери и иные неблагоприятные последствия.

Показано, что метрологический риск носит комплексный характер и связан не только с погрешностью средств измерений, но и с недостатками применяемых методик, ошибками персонала, нарушением условий проведения измерений, утратой прослеживаемости, некорректной оценкой неопределенности, сбоями программного обеспечения и ошибками интерпретации результатов. В этой связи делается вывод о необходимости перехода от формально-унифицированной модели стандартизации к модели, основанной на оценке критичности отдельных этапов метрологического процесса.

Подчеркивается, что риск-ориентированная стандартизация предполагает идентификацию критических точек метрологического процесса, дифференциацию глубины и периодичности контроля, адаптацию требований к документированию, а также приоритетное распределение ресурсов в зависимости от уровня возможных последствий метрологических отклонений.

Особое внимание уделяется неопределенности измерений как количественной характеристике надежности результата и одному из ключевых индикаторов метрологического риска. Обосновывается необходимость оценки достоверности измерений не только с позиции соблюдения установленной методики, но и с учетом вероятности принятия ошибочного решения на основе полученного результата.

Отмечается, что цифровая трансформация метрологической деятельности формирует новые объекты стандартизации и новые группы рисков, связанные с цифровой прослеживаемостью, электронными сертификатами, удаленной верификацией, целостностью данных и защищенностью метрологической информации.

В заключение делается вывод о том, что риск-ориентированный подход к стандартизации метрологических процессов представляет собой одно из наиболее перспективных направлений развития современной метрологии, обеспечивающее повышение достоверности измерений, снижение вероятности ошибок и укрепление доверия к результатам метрологической деятельности.

КРИТЕРИИ ОТНЕСЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ К ИСПЫТАТЕЛЬНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

Е.Р. Бобкова
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

В процессе проведения испытаний используется широкий перечень технических средств, выполняющих различные функции в рамках испытательной процедуры. Поэтому возникает необходимость определения, какие из них следует относить к испытательному оборудованию, поскольку это непосредственно влияет на порядок их применения и предъявляемые к ним требования.

Испытательное оборудование - техническое средство, предназначенное для воспроизведения условий испытаний (воздействующих факторов) с целью проверки качества, надежности и соответствия продукции установленным техническим требованиям. Оно моделирует реальные эксплуатационные воздействия (температуру, вибрацию, давление и др.) в лабораторных условиях.

На практике зачастую отсутствует единый подход к классификации технических средств как испытательного оборудования, что в свою очередь приводит к ошибкам в выборе процедур аттестации, несоблюдению нормативных требований и, как результат, к снижению достоверности измерений.

Основные критерии отнесения технических средств к испытательному оборудованию:

- функциональное назначение: техническое средство должно выполнять функции создания, воспроизведения и поддержания испытательных воздействий на объект (механических, климатических, электрических и др.);
- наличие нормированных характеристик: оборудование должно иметь установленные в технической документации (ГОСТ, ТУ) характеристики, определяющие его пригодность;
- воспроизводимость условий: техническое средство должно обеспечивать заданные режимы испытаний в пределах установленных допусков;
- аттестация: оборудование проходит обязательную аттестацию для подтверждения возможности воспроизводить требуемые условия испытаний.

При этом важно отметить, что технические средства, которые не создают условий для проведения испытаний и не воздействуют прямо на испытуемый объект, к испытательному оборудованию не относятся, несмотря на их применение при испытаниях.

Таким образом, определение чётких критериев отнесения технических средств к испытательному оборудованию способствует обеспечению их правильного использования, соответствия нормативным требованиям и повышения надёжности испытаний, в том числе при оценке соответствия продукции в регулируемых сферах.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТИПОВОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ТИПОВОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

В.О. Епифановский
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

Оптимизация производственного типового процесса изготовления изделия предполагает внедрение комплекса мер. Они направлены на совершенствование бизнес-процессов, улучшение системы управления и контроля, сокращение затрат и повышение качества продукции [1-5].

Принципы оптимизации:

1) Комплексность. Все элементы производственного процесса рассматривают в их взаимосвязи и взаимозависимости. Это позволяет выявлять узкие места и оптимизировать процессы;

2) Целенаправленность. Изменения должны быть направлены на достижение конкретных целей: увеличение прибыли, снижение себестоимости, сокращение производственного цикла и т.д.;

3) Внедрение инноваций. Использование современных технологий и информационных систем упрощает рабочие процессы, сокращает количество рутинных операций, выполняемых персоналом, улучшает процессы управления и принятия решений;

4) Использование нетрадиционных подходов. Возможности для улучшений не всегда очевидны, поэтому необходимо ставить под сомнение все существующие процессы и привлекать рядовых работников к генерации свежих идей;

5) Контроль результатов. Необходимо проводить постоянный мониторинг и отслеживать показатели эффективности, чтобы быстро выявлять и устранять недочёты.

При составлении технологического процесса нужно стремиться к повышению производительности и снижению себестоимости. Для этого можно использовать более дешевый инструмент, можно уменьшить массу заготовки, т.е. приблизить ее размеры к действительным, что сократит затраты на механическую обработку, можно применить многоинструментальную обработку, что сократит основное и вспомогательное время. Также производительность может быть повышена за счет увеличения подачи (применение широких резцов), режимов резания (гидрокопировальные станки позволяют использовать более высокие скорости резания, не требуют много времени на наладку станка).

Библиографический список

1. Волкова, О.И. Организация производства на предприятии (фирме): учеб. пособие / Под ред. О.И. Волкова, О.В. Девяткина. - М.: ИНФРА-М, 2004. - 448с.

2. Горемыкин В.А. Планирование на предприятии: учеб. пособие / В.А. Горемыкин. - М.: Юрайт, 2012. - 704 с.

3. Золотогоров В.Г. Организация производства и управление предприятием: учеб. пособие / В.Г. Золотогоров. - Мн.: Книжный дом, 2005. 448 с.

4. Елисеева, Т.П. Экономический анализ хозяйственной деятельности / Т.П. Елисеева. - Минск: Соврем. шк., 2007. - 944 с.

5. Ермолович, Л.Л. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учеб. пособие / Л.Л. Ермолович. - Минск: Соврем. шк., 2006. - 736 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Н.А. Келина
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

Обеспечение качества в авиастроении является критически важной задачей, требующей системного подхода к выявлению и устранению причин брака, поскольку детали работают в условиях экстремальных нагрузок, и любые отклонения могут угрожать безопасности полетов.

В практике авиастроения принято классифицировать дефекты по физической сущности и характеру проявления, выделяя четыре основные группы.

Первая группа – поверхностные дефекты (риски, царапины, забоины, вмятины, следы коррозии). Даже незначительные повреждения поверхности недопустимы, поскольку они работают как концентраторы напряжений, способствующие зарождению усталостных трещин при циклических нагрузках .

Вторая группа объединяет дефекты сплошности материала: трещины, раковины, поры, неметаллические включения и расслоения, возникающие как на стадии получения заготовки, так и при обработке. Наличие трещин практически всегда служит основанием для окончательного брака, так как необратимо снижает прочностные характеристики детали .

Третья группа включает отклонения геометрических параметров (овальность, конусность, биение), связанные с неточностью станков, износом инструмента или деформациями детали под действием сил резания и остаточных напряжений.

Четвертая группа – дефекты структуры и физико-механических свойств (перегрев, пережог, недостаточная твердость), возникающие при нарушении режимов термической обработки. Такие дефекты наиболее опасны, поскольку они не всегда выявляются при внешнем осмотре, но существенно снижают ресурс детали.

Классификация дефектов позволяет целенаправленно контролировать брак, а надежность деталей достигается комплексным контролем и анализом.

Библиографический список

1. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. - Москва: Издательство стандартов, 1979. - 29 с.

2. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения. - Москва: Стандартинформ, 2016. - 28 с.

3. Петухов А.Н. Влияние технологических дефектов на усталостную прочность деталей ГТД / А.Н. Петухов, Д.С. Елисеев // Авиационная промышленность. - 2021. - № 3. - С. 48-53.

4. Суслов А.Г. Качество машин: справочник. В 2 т. Т. 1 / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный; под общ. ред. А.Г. Суслова. - Москва: Машиностроение, 2015. - 512 с.

РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО МЫШЛЕНИЕ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

А.Р. Зайцева
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

В статье анализируется риск-ориентированное мышление как ключевое требование стандарта ISO 9001:2015. Рассматриваются типичные ошибки внедрения данного подхода на российских предприятиях, предлагаются практические методы интеграции управления рисками в повседневную деятельность организации.

Выход версии ISO 9001:2015 ознаменовал переход от реактивного управления качеством к проактивному. Если ранее стандарт допускал работу с рисками косвенно – через предупреждающие действия, – то новая редакция ввела риск-ориентированное мышление в качестве сквозного принципа, пронизывающего все элементы системы менеджмента качества (СМК).

Риск в трактовке ISO 9000:2015 определяется как «влияние неопределенности на ожидаемый результат». Ключевая особенность нового подхода заключается в том, что неопределенность имеет не только негативную, но и позитивную природу. Второй случай в стандарте обозначается термином «возможности».

Анализ практики внедрения позволяет выделить пять типичных ошибок. Первая – подмена сути формой, когда создаётся «Реестр рисков», который не актуализируется и не влияет на управленческие решения. Вторая – фокусировка исключительно на негативных рисках при полном игнорировании возможностей, что превращает СМК в защитный, а не развивающий механизм. Третья – избыточная бюрократизация, когда для оценки рисков применяются сложные количественные методы, неоправданные для большинства средних и малых предприятий. Четвертая – отрыв управления рисками от реальных процессов, когда меры по обработке рисков существуют на бумаге, но не интегрированы в должностные обязанности и технологические инструкции. Пятая – восприятие риск-менеджмента как задачи исключительно отдела качества при отсутствии вовлечения линейных руководителей и рядовых сотрудников.

Преодоление этих барьеров требует не сложных методологий, а регулярности и системности применения простых инструментов. Наиболее эффективным является включение блока по управлению рисками в повестку оперативных совещаний продолжительностью не более 5–10 минут. На таких совещаниях необходимо обсуждать: какие риски изменились, появились ли новые, насколько эффективны ранее принятые меры, какие возможности открылись.

Вторым эффективным методом выступает интеграция риск-анализа в стандартные операционные процедуры. Вместо создания отдельной процедуры «Управление рисками» целесообразно дополнить существующие регламенты блоками, требующими анализа рисков.

Особого внимания заслуживает работа с возможностями. Изменение законодательства может открыть доступ к новым рынкам, появление новой технологии – автоматизировать контроль качества, уход конкурента – расширить долю рынка.

Таким образом, риск-ориентированное мышление – это не формальное требование стандарта, а культура принятия решений, при которой неопределённость становится объектом системного анализа и управления. Эффективное внедрение

требует лидерства высшего руководства, простоты используемых методов, регулярности применения и вовлечения всего персонала.

Библиографический список

1. ISO 9001:2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М. : Стандартинформ, 2015. – 32 с.

2. ISO 9000:2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М. : Стандартинформ, 2015. – 56 с.

3. Антонов, Г. Д. Риск-ориентированный подход в системах менеджмента качества / Г. Д. Антонов, О. П. Иванова // Стандарты и качество. – 2018. – № 3. – С. 28–33.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

А.С. Закупра

Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются проблемы автоматизации процессов метрологического обеспечения в условиях современного промышленного производства. Обоснована необходимость специализированного программного обеспечения для повышения точности измерений, обеспечения прослеживаемости данных и соответствия нормативным требованиям.

В контексте цифровой трансформации промышленности метрологический контроль выступает фундаментальным элементом системы менеджмента качества, однако традиционные методы документирования характеризуются низкой оперативностью и высокой вероятностью ошибок. Необходимость разработки программных средств обусловлена требованием обеспечения единства измерений, что позволяет централизованно управлять эталонами и методиками в соответствии с ГОСТ 8.009-84.

Автоматизированный съём данных исключает субъективные ошибки оператора при регистрации показаний и расчёте погрешностей, тем самым минимизируя систематические погрешности. Кроме того, программное обеспечение реализует принцип прослеживаемости, обеспечивая сквозную фиксацию цепочки от средства измерения до технологического процесса, что является обязательным условием при сертификации по ISO 9001. Оптимизация управления ресурсами достигается за счёт автоматизированного мониторинга межповерочных интервалов, позволяющего планировать обслуживание превентивно и исключать простои производства.

Интеграция в единое информационное пространство выступает промежуточным звеном между измерительным оборудованием и системами класса ERP, обеспечивая передачу верифицированных данных для оперативного управления качеством.

Таким образом, программное обеспечение для метрологического контроля является системным элементом, обеспечивающим соответствие производства современным требованиям к качеству и прослеживаемости. Его внедрение позволяет трансформировать метрологическую службу в центр компетенций по управлению

данными о качестве, а дальнейшее развитие направления связано с интеграцией методов искусственного интеллекта для предиктивной оценки достоверности измерений.

1 Сомов А. В., Петров И. К. Автоматизация метрологического обеспечения производства // Приборостроение. – 2021. – № 5. – С. 12-18.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТЕРЬ В ПРОЦЕССАХ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ КАК ПЕРВЫЙ ЭТАП ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д.М. Лобанов
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

Внедрение бережливого производства (Lean) в испытательных лабораториях осложняется отсутствием у сотрудников навыков идентификации потерь (муда) в основных и вспомогательных процессах.

Цель доклада – адаптировать классификацию потерь Lean для испытательной лаборатории и предложить практический алгоритм их выявления на первом этапе трансформации.

Установлено, что традиционные 7 видов потерь (перепроизводство, ожидание, транспортировка, лишняя обработка, запасы, лишние движения, дефекты) требуют содержательной интерпретации для лабораторной деятельности.

В работе предложена следующая классификация: ожидание (простой оборудования при оформлении журналов, задержка верификации результатов); транспортировка (многократное перемещение проб между отделами); лишняя обработка (двойной ввод данных в журнал); дефекты (повторный анализ из-за ошибок в разбавлении пробы, аннулирование протокола по вине оператора). Отдельно выделен восьмой вид потерь – неиспользованный потенциал сотрудников (инженер выполняет работу лаборанта, идеи персонала не фиксируются).

Апробация предложенного подхода выполнена на базе испытательной лаборатории контроля качества пищевой продукции. На этапе идентификации выявлены следующие критические потери: при приемке проб – троекратный ручной ввод данных (потеря 12 мин на образец); при пробоподготовке – избыточные перемещения к весам (до 30 лишних движений за смену); при верификации – простой протоколов на подписи у руководителя до 2 рабочих дней. Доля времени, создающего ценность для клиента, в исходном процессе не превышала 7% от общей длительности испытания.

Показано, что без этапа идентификации потерь последующее применение инструментов Lean (5S, канбан, SMED) становится формальным и не дает устойчивых результатов. Идентификация позволяет выбрать приоритетный инструмент, установить измеримую цель и вовлечь персонал в улучшения. В результате только устранение выявленных потерь (без закупки нового оборудования) сократило время выполнения типового анализа на 37%.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

С.А. Макарова
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

В условиях роста конкуренции и ужесточения требований к качеству продукции предприятия вынуждены искать пути оптимизации внутренних процессов. Один из ключевых элементов системы качества — метрологическая служба, обеспечивающая точность измерений и соответствие продукции установленным стандартам.

Автоматизация процессов метрологической службы позволяет повысить эффективность работы, снизить влияние человеческого фактора и сократить временные затраты. В данной статье рассматриваются основные проблемы и перспективы автоматизации процессов метрологической службы.

Проблемы автоматизации метрологических процессов

1) Недостаток квалифицированных кадров и сопротивление персонала. Одной из главных проблем является нехватка специалистов, обладающих необходимыми знаниями и навыками для работы с автоматизированными системами. Это может привести к неправильной интерпретации данных и снижению качества метрологических услуг.

2) Высокая стоимость внедрения. Автоматизация требует значительных инвестиций в оборудование, программное обеспечение и обучение персонала.

3) Устаревшая инфраструктура. Существующее оборудование и ПО не всегда совместимы с современными автоматизированными системами.

4) Безопасность данных. Автоматизация увеличивает объём обрабатываемой информации, что повышает риски утечки или потери данных.

5) Нормативно-правовое регулирование. Действующие стандарты и регламенты не всегда учитывают особенности автоматизированных процессов, что создаёт дополнительные сложности при сертификации и проверках.

Рассмотрим перспективы автоматизации:

1. Повышение точности и надежности измерений. Автоматизация процессов позволяет минимизировать человеческий фактор, что способствует повышению точности и надежности получаемых данных.

2. Ускорение процессов. Автоматизация позволяет значительно сократить время на выполнение измерений и обработку данных.

3. Улучшение отчетности и анализа данных. Современные системы автоматизации предлагают возможности для создания детализированных отчетов и аналитики, что позволяет более эффективно управлять процессами и принимать обоснованные решения на основе данных.

4. Гибкость и адаптивность. Автоматизированные системы могут быть легко адаптированы под изменяющиеся условия рынка и требования клиентов. Это позволяет предприятиям быстро реагировать на изменения и поддерживать высокие стандарты качества.

Автоматизация процессов метрологической службы на предприятиях представляет собой важный шаг к повышению эффективности и конкурентоспособности. Несмотря на существующие проблемы, такие как нехватка квалифицированных кадров и высокая стоимость внедрения, перспективы автоматизации выглядят многообещающе. Инвестирование в новые технологии и

обучение персонала станет ключом к успешной реализации автоматизации в метрологии, что в конечном итоге приведет к улучшению качества продукции и повышению удовлетворенности клиентов.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ИСПЫТАТЕЛЬНО-МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Е.О. Манакова
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается совершенствование системы менеджмента качества (СМК) испытательно-метрологического центра (ИМЦ) предприятия-разработчика аппаратуры для автоматизированной системы управления технологическими процессами путём внедрения нормативной документации в соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 [1].

Актуальность обусловлена необходимостью метрологического обеспечения производства модулей ввода/вывода аналоговых и дискретных сигналов, процессорных модулей и шкафов управления при поставках на объекты атомной энергетики [2].

В ходе анализа действующей документации ИМЦ выявлены недостатки: устаревшие методики поверки модулей аналогового ввода, отсутствие процедуры оценивания неопределённости измерений, отсутствие чётко установленного порядка внутренних аудитов.

Разработан и внедрён комплект документов СМК, включающий:

-Политику в области качества с целевыми показателями: снижение протоколов поверки с отрицательным результатом до 1 %, сокращение времени подтверждения соответствия средства измерений метрологическим требованиям на 20 %.

-Процедуру оценивания неопределённости измерений для типового канала 4–20 мА с учётом погрешности аналого-цифрового преобразователя, температуры и воспроизводимости. Внедрение позволило снизить расхождение результатов между операторами на 40 %.

-Программу внутренних аудитов на основе чек-листов по требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 [1].

Внедрение документации позволило успешно пройти инспекционный контроль, сократить время подготовки отчётов на 25 % и обеспечить единство измерений на предприятии.

Библиографический список

1. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – М.: Стандартинформ, 2019.

2. ГОСТ 34100.3-2017 (ISO/IEC Guide 98-3:2008). Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. – М.: Стандартинформ, 2018.

АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ И МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ НА ЭТАПАХ ЖЦП

А.А. Панина
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

В современных условиях разработки и эксплуатации продукции особое значение приобретает соблюдение нормативных требований на всех этапах жизненного цикла продукции (ЖЦП). Нормативная база представляет собой совокупность государственных стандартов, технических регламентов, отраслевых норм и внутренних нормативных документов организации, которые устанавливают требования к качеству, безопасности, надежности и экологичности продукции. Анализ нормативной базы позволяет определить перечень обязательных требований, применимых к конкретному виду продукции, а также выявить потенциальные риски несоответствия на различных стадиях ЖЦП.

На этапе проектирования основное внимание уделяется выбору применимых стандартов, разработке технической документации и проведению предварительных расчетов и моделирования, обеспечивающих соответствие установленным требованиям. В процессе производства реализуются мероприятия по контролю качества материалов, соблюдению технологических режимов и проведению испытаний готовой продукции. На этапе эксплуатации важную роль играют процедуры технического обслуживания, мониторинга состояния продукции и своевременного устранения выявленных дефектов. Завершающий этап жизненного цикла включает утилизацию или переработку продукции в соответствии с экологическими нормами и требованиями безопасности.

Эффективность обеспечения нормативных требований достигается за счет внедрения систем менеджмента качества, проведения внутренних и внешних аудитов, а также использования современных методов анализа рисков. Регулярное обновление нормативной базы и обучение персонала позволяют поддерживать высокий уровень соответствия требованиям и обеспечивать конкурентоспособность продукции. Таким образом, комплексный анализ нормативной базы и систематическое выполнение мероприятий на всех этапах ЖЦП являются необходимым условием обеспечения качества и безопасности продукции в современных условиях.

ОПЫТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ ПРОЕКТОВ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ НАДЗОРУ

О.А. Кисвянцева
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

В условиях цифровизации экономики и повышения требований к точности учета энергоресурсов, метрологический надзор становится одним из ключевых факторов обеспечения надежности и безопасности газораспределительных предприятий. В АО «Газпром газораспределение Рязанская область» была проведена научно-исследовательская работа, результатом которой стал комплекс проектов нормативных документов. Наиболее значимым из них является «Методика

проведения риск-ориентированного планирования метрологического надзора» (МРН 02-2025).

Целью опытного применения данных документов стала проверка их работоспособности, адекватности заложенных критериев и эффективности предложенных механизмов в реальных производственных условиях.

Опытная эксплуатация методики риск-ориентированного планирования проводилась на базе трех филиалов Общества в течение двух месяцев. В рамках апробации все средства измерений (СИ) были классифицированы по категориям риска на основе балльной системы, учитывающей назначение СИ, влияние на технологический процесс и историю отказов. Результаты классификации показали, что около 15% парка СИ относятся к категории высокого риска (коммерческий учет и безопасность), 50% – к категории среднего риска, и 35% – к низкому риску.

Параллельно тестировался проект Инструкции по ведению электронной базы данных СИ. Внедрение цифрового учета позволило автоматизировать формирование графиков поверок и сократить время на поиск информации о конкретном приборе в 3 раза. Система оповещений, встроенная в тестовый модуль, обеспечила стопроцентное информирование ответственных лиц о приближающихся сроках поверки.

Применение Регламента проведения поверки и калибровки в пилотных подразделениях позволило унифицировать действия персонала при получении отрицательных результатов поверки. Были четко разграничены процедуры браковки, ремонта и списания СИ, что исключило дублирование функций и ускорило вывод неисправных приборов из эксплуатации.

Ключевым результатом опытного применения стало подтверждение экономической эффективности предложенных подходов. Анализ затрат пилотных подразделений показал сокращение расходов на аутсорсинговые поверочные услуги на 12% за счет перераспределения ресурсов на наиболее критичные СИ и оптимизации графиков поверки для приборов низкого риска. Кроме того, на 8% снизилось среднее время простоя оборудования, связанное с метрологическим обслуживанием, что положительно сказалось на непрерывности технологических процессов.

В ходе апробации также выявились области для доработки. В частности, потребовалась корректировка весовых коэффициентов в методике оценки рисков для учета специфики сезонных нагрузок на газораспределительное оборудование. Было предложено дополнить Инструкцию по ведению базы данных разделом о порядке взаимодействия с мобильными поверочными лабораториями для оперативной выгрузки данных «с поля».

Таким образом, опытное применение разработанных документов подтвердило их практическую значимость. Предложенные подходы позволяют перейти от затратного содержания всего парка СИ к управлению метрологическими рисками. Положительные результаты апробации стали основанием для тиражирования данных методик на все структурные подразделения и их интеграции в корпоративную систему менеджмента качества.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ В КОЛОМЕНСКОМ ФИЛИАЛЕ ФБУ «НИЦ ПМ - РОСТЕСТ»

Е.П. Хренов
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

Обеспечение единства измерений в условиях цифровой трансформации экономики требует постоянного совершенствования процессов поверки и калибровки средств измерений (СИ). Коломенский филиал ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест» выполняет значительный объём работ по метрологическому обслуживанию промышленных предприятий и организаций Московской области, что определяет актуальность поиска путей повышения эффективности его деятельности [1].

Целью работы является разработка научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию процессов поверки и калибровки СИ на основе анализа структуры номенклатуры приборов, нормативной базы и передового международного опыта. Проведённый анализ показал, что основной объём поверочных работ (63,7 %) приходится на средства измерений механических и электрических величин, тогда как доля современных цифровых СИ составляет лишь 22 % [2]. Детальное исследование процессов поверки и калибровки на примере термометров жидкостных стеклянных выявило ряд системных проблем: моральное и физическое устаревание парка приборов, отсутствие автоматизированной системы контроля актуальности нормативной документации, сезонную неравномерность загрузки лабораторий [3].

Для решения указанных проблем предложены следующие направления совершенствования:

1 гармонизация внутренних методик с требованиями ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 и внедрение концепции неопределённости измерений при поверке [4];

2 создание автоматизированной системы мониторинга изменений нормативных документов на основе технологий веб-скрапинга;

3 разработка программного модуля для автоматизированного расчёта бюджета неопределённости при калибровке термометров в соответствии с методикой РТ-МК-5367-442-2018.

Реализация предложенных мероприятий позволит сократить временные затраты на обработку результатов, снизить влияние человеческого фактора и повысить качество метрологических услуг, предоставляемых филиалом.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (ред. от 08.08.2024). – М., 2024.
2. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – М.: Стандартинформ, 2019.
3. РТ-МК-5367-442-2018. Методика калибровки. Термометры жидкостные стеклянные рабочие. – М.: ФБУ «Ростест-Москва», 2018.
4. Чеканов А.Н. Цифровая метрология: тенденции и перспективы развития // Измерительная техника. – 2023. – № 6. – С. 3–10.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ РАЗРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА ЭТАПЕ НИОКР

И.А. Морозова
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

На этапе НИОКР система управления проектом разработки медицинских изделий должна обеспечить не только инновационность и строгое соответствие нормативно-правовым требованиям на уровне прототипа, но и всестороннее рассмотрение проекта относительно возможности его исполнения в рамках установленных бюджета, сроков и ТЗ, а также оснащённости компании человеческими и материальными ресурсами. Помимо этого, в процессе выполнения НИОКР необходимо определить критичные риски, которые с высокой вероятностью возникнут в процессе разработки проекта и провести оценку возможностей компании по их минимизации и устранению.

Например, на этапе НИОКР выяснилось, что для разработки и последующего производства изделия необходимо специфическое комплектующее, которое есть только на зарубежном рынке, поскольку закупка данного комплектующего выходит дороже самостоятельного производства, денежные и временные затраты на разработку этого комплектующего были включены в проект разработки медицинского изделия.

Мероприятия по совершенствованию этапа НИОКР:

1) Ранняя верификация проекта:

- чек-лист соответствия целевым рынкам (РФ, ЕАЭС, FDA, CE). Если на этапе идеи понятно, что изделие попадает под самый высокий класс риска, план проекта должен автоматически включать дополнительные 12 – 24 месяца на клинические испытания;

- анализ патентной чистоты: обязательно проверить наличие патента на данное изделие, чтобы не разрабатывать проект, который уже защищен конкурентами.

2) Управление требованиями:

- сбор потребностей потребителя: организовать интервью с врачами и медперсоналом для исключения проектировки функции, которые неудобны в реальной работе;

- матрица прослеживаемости: выявить связь *Потребность пользователя → Техническая характеристика → Предварительный риск*. Это позволит оценить сложность проекта до его утверждения.

3) Ранний риск-менеджмент (по ISO 14971):

- предварительный анализ опасностей: оценить критические риски технологии. Если риск недопустим и его нельзя решить доступными компании способами, проект должен быть отклонен или изменен еще до выделения бюджета;

- писк существующих аналогов: если изделие абсолютно инновационное, необходимо заложить в проект расходы на разработку новых методик испытаний.

4) Техническая разведка и прототипирование:

- проверка концепции для критических узлов: вместо создания всего прибора соберите только ту часть, в которой сомневаетесь. Это позволит точнее оценить сроки НИОКР при защите проекта:

- оценка производственной реализуемости: провести консультации с закупками и производством. Проверить, доступны ли компоненты (особенно микроэлектроника)

для серийного выпуска, чтобы не утвердить проект на базе санкционных или дефицитных деталей.

5) Организационные изменения:

- формирование «ядра команды»: назначить руководителя проекта и ведущего инженера еще до утверждения проекта, чтобы бюджет и сроки защищали люди, которые будут их исполнять;

- провести сессию по определению границ проекта для предотвращения избыточного расширения функционала в процессе разработки.

ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕСС ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Я.Р. Чернецова
Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

АО «Рязанский Радиозавод» осуществляет деятельность в области обороны и безопасности государства. Это является одной из сфер государственного регулирования обеспечения единства измерений. Единство измерений – это состояние измерений, при котором их результаты выражены в допустимых к применению в РФ единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.

Метрологическая служба АО «Рязанский Радиозавод» выполняет работы по обеспечению единства измерений, следовательно, внедрение информационных технологий в процесс обеспечения единства измерений позволяет обеспечить организацию учета, хранения, ремонта, движения в процессе эксплуатации технических средств для мониторинга измерений (ТСМИ) предприятия.

С помощью программы «Метрология» становится возможным осуществить процедуру автоматизированного создания и поддержания (ТСМИ) предприятия. Целями программы являются:

- автоматизация учета имеющихся в организации ТСМИ;

- возможность передачи сведений о результатах поверки СИ в ФИФ ОЕИ (Федеральный информационный фонд обеспечения единства измерений).

Таким образом, внедрение информационных технологий в процесс обеспечения единства измерений позволит сократить время на оформление результатов поверки в части передачи сведений о результатах поверки в ФИФ ОЕИ и способствует повышению эффективности деятельности метрологической службы АО «Рязанский Радиозавод».

ОБЗОР МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.Д. Малинин
Научный руководитель – Крошилин А.В., д-р техн. наук, профессор

Современные рекомендательные и навигационные технологии для маломобильных граждан развиваются изолированно [1, 2]. Существующие решения («Карта доступности», WheelMap, AXS Map, Route4U) позволяют оценивать доступность инфраструктуры и строить маршруты, но не предлагают персонализированный подбор вспомогательных средств передвижения. Напротив, системы типа ABLE обеспечивают точные рекомендации по выбору устройств (коляски, экзоскелеты), но игнорируют контекст маршрута и динамику состояния пользователя [3, 4].

Таким образом, выявим проблему в отсутствии комплексных систем, объединяющих: контентную и коллаборативную фильтрацию; учёт физических параметров пользователя; оценку доступности маршрутов в реальном времени; динамику здоровья и внешних условий.

В качестве развития метода контентной фильтрации, в рамках научной исследовательской работы был разработан базовый алгоритм многокритериального ранжирования с формализацией состояния пользователя через индекс I_c, учитывающий [5]: степень основного ограничения *Dp*, сопутствующие заболевания IA_i, тип передвижения *W*. Ограничения модели: статичность, отсутствие временной динамики, контекста (погода, освещённость, тип локации), обратной связи и самообучения.

Для преодоления ограничений вводятся.

1. Динамические коэффициенты влияния заболеваний. $I_a(S_i, t)$ зависит от прогрессирования/ремиссии, эффективности рекомендаций, сезонности.
2. Контекстно-зависимые параметры. Вводится интегральный контекстный множитель $C(t)$, учитывающий погоду, время суток, тип локации, психоэмоциональный фон.
3. Вектор предпочтений *P* модифицируется на основе явных оценок (от 1 до 5) и неявных поведенческих данных (отказы, частота выбора).

Модифицированная формула индекса состояния:

$$I_c(t) = \left(\frac{Dp(t)}{10} + \sum_i IA_i(t)\right) * W(t) * C(t), \quad (1)$$

где $D_p(t)$ – степень основного ограничения, которая также может меняться со временем; $IA_i(t)$ – динамическое влияние сопутствующего заболевания, вычисляется по формуле:

$$IA_i(t) = \frac{S_i * Ds_i(t) * Ia(S_i, t) * E_i}{5}, \quad (2)$$

где E_i – экспертная весовая оценка значимости данного заболевания для пользователя, введённая специалистом. Коэффициент мобильности $W(t)$ может варьироваться в зависимости от контекста (например, в плохую погоду коэффициент

для передвижения пешком может временно снижаться). Интегральный контекстный множитель *C(t)*, рассчитываемый как:

$$C(t) = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} \alpha_j * C_j(t), \quad (3)$$

где α_j – весовые коэффициенты, определённые экспертами.

Таким образом, для реализации рекомендательных систем вспомогательных технологий для людей с ограничениями жизнедеятельностью был выведен вспомогательный коэффициент для построения модели пользователя на основе модифицированного метода контентной фильтрации.

Библиографический список

1. Крошилин А. В., Крошилина С. В. Интеллектуальные поисковые системы на основе нечеткой логики. Учебное пособие для вузов. - М.: Горячая линия – Телеком, 2023. – 140 с.: ил.

2. Жулев В. И., Крошилин А. В., Крошилина С. В. Проектирование систем поддержки принятия решений. Учебное пособие для вузов. -М.: Горячая линия– Телеком, 2023. – 180 с.: ил.

3. Малинин А.Д., Крошилин А.В. Разработка алгоритма построения персонализированных маршрутов и подбора вспомогательных средств для пользователей с ограничениями жизнедеятельности // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Издательство ИП Коняхин А.В. (Book Jet). 2025., т.1, 280 с. (47-49).

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

5. Малинин А.Д., Крошилина С.В. Обзор пользовательских моделей и предпочтений в рекомендательных системах для людей с ограничениями жизнедеятельности // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. Г. В. Овечкина – Рязань: РГРТУ им. В.Ф. Уткина, июнь 2025 – 214 с. (71-76).

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ НА ОСНОВЕ МЕТЕОДАННЫХ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПОДБОРА ОДЕЖДЫ

А.П. Кирсанов

Научный руководитель – Крошилин А.В., д-р техн. наук, профессор

Интеллектуальные системы рекомендаций одежды постепенно переходят от абстрактного моделирования стиля к практико-ориентированным сервисам, учитывающим реальные погодные условия и индивидуальные особенности пользователей. В таких системах ключевую роль играет персонализация, основанная на учёте предпочтений, метеочувствительности и поведения человека в разных условиях внешней среды. В рамках работы рассматривается подход к построению

алгоритма подбора одежды и аксессуаров на основе метеоданных, интегрированный в веб-ориентированную информационную систему и использующий методы искусственного интеллекта.

В предлагаемой системе предпочтения пользователя рассматриваются как совокупность статических и динамических характеристик. Статические параметры включают пол, возраст, базовую метеочувствительность, доминирующий стиль одежды и возможные медицинские ограничения. Динамические параметры формируются в процессе эксплуатации системы: история принятых и отклонённых рекомендаций, субъективные оценки комфорта, поведенческие реакции на различные погодные сценарии. Такое представление предпочтений позволяет связать классические методы моделирования процессов управления в сложных организационных системах с задачами рекомендаций одежды: изменения в погодных условиях и профиле пользователя приводят к пересмотру выходных рекомендаций, что обеспечивает адаптивность системы [1, 2].

Для реализации интеллектуальной подсистемы подбора одежды используются несколько групп методов:

- Методы машинного обучения с учителем. Модели классификации применяются для выбора категории одежды и уровня утепления в зависимости от температуры, влажности, ветра и осадков. Регрессионные модели могут оценивать «степень утепления» или уровень защиты, необходимый конкретному пользователю при заданных условиях;
- Методы обучения без учителя (кластеризация). Кластеризация пользователей позволяет выделить группы со схожими характеристиками: уровнем чувствительности к холоду, предпочитаемым стилем, типичным набором одежды при тех или иных погодных сценариях. Для каждого кластера формируются базовые шаблоны рекомендаций, которые затем уточняются под конкретный профиль;
- Рекомендательные системы. Контентная фильтрация опирается на индивидуальные атрибуты пользователя (пол, возраст, стиль, метеочувствительность), а коллаборативная фильтрация учитывает опыт пользователей с похожими профилями и реакциями на погоду. Это позволяет предлагать проверенные комбинации одежды и аксессуаров;
- Элементы обучения с подкреплением. Обратная связь пользователя («было холодно», «было жарко», «комфортно») используется для поэтапной корректировки рекомендаций. Алгоритм постепенно подстраивается под особенности конкретного человека, изменяя уровень утепления или набор защитных аксессуаров.

Особенностью разработанного подхода является центрирование логики рекомендаций вокруг анализа метеоданных. В качестве входных параметров используются: температура воздуха и ощущаемая температура; относительная влажность; скорость и направление ветра; наличие и интенсивность осадков; атмосферное давление и его резкие изменения; уровень УФ-индекса.

Для алгоритмической обработки погодные условия формализованы в виде вектора признаков, на основе которого задаются обобщённые сценарии: экстремально холодные условия, холодная погода, умеренные условия, тёплая и жаркая погода, неблагоприятные погодные явления (сильный ветер, гололёд, интенсивные осадки), а также экстремальные ситуации (шторм, аномальная жара, сильные морозы). Каждому сценарию соответствует базовый набор рекомендаций по типам одежды и аксессуаров (ветронепроницаемые куртки, влагозащитная обувь,

головные уборы, солнцезащитные очки и т.п.), который затем модифицируется с учётом профиля пользователя [3, 4].

Разработанный алгоритм подбора одежды и аксессуаров включает несколько основных этапов: получение и нормализация метеоданных через API внешних погодных сервисов, проверка корректности и устранение аномалий; определение погодного сценария на основе классификационной модели и формализованных пороговых значений; формирование базового набора рекомендаций по одежде и аксессуарам для заданного сценария (тип верхней одежды, число слоёв, наличие защиты от влаги и ветра, требования к обуви); персонализация рекомендаций на основе статических и динамических характеристик пользователя: сдвиг уровня утепления, уточнение стиля, добавление или исключение аксессуаров; корректировка рекомендаций с учётом накопленной обратной связи, что реализует адаптацию алгоритма во времени; выдача итогового списка рекомендаций, включающего перечень элементов одежды, необходимые аксессуары, а также текстовые пояснения и предупреждения (например, о высоком УФ-индексе или резкой смене погоды).

Результатом работы алгоритма является динамически обновляемый набор персонализированных рекомендаций, который автоматически пересчитывается при изменении погодных условий или обновлении данных о пользователе. Интеллектуальный модуль реализован с использованием языка Python и библиотеки scikit-learn для построения моделей машинного обучения. Формирование вектора признаков включает как параметры пользователя (пол, возраст, стиль, метеочувствительность), так и текущие метеоданные (температура, влажность, скорость ветра, наличие осадков) и историю взаимодействия с системой.

Алгоритмы кластеризации позволяют на этапе предварительного анализа сгруппировать пользователей и задать стартовые шаблоны рекомендаций. Механизм учёта обратной связи реализует простую логику корректировки рекомендаций, которая может быть расширена до полноценного обучения с подкреплением. Интеллектуальный модуль интегрирован с веб-ориентированной информационной системой через API: серверная часть передаёт данные о пользователе и погоде, получает от ИИ-модуля структуру рекомендаций и сохраняет её в базе данных для дальнейшего отображения в пользовательском интерфейсе. Хранение профилей пользователей, истории рекомендаций, метеоданных и обратной связи создаёт базу для последующего дообучения моделей и повышения точности работы подсистемы.

Разработанная интеллектуальная метеозависимая система подбора одежды и аксессуаров демонстрирует практическую применимость методов искусственного интеллекта для задачи персонализированных рекомендаций. Использование классификации погодных сценариев, моделирования пользовательских предпочтений и алгоритмов машинного обучения позволяет формировать адаптивные рекомендации, ориентированные как на физический комфорт, так и на индивидуальный стиль пользователя. Интеграция модуля в веб-ориентированную информационную систему обеспечивает возможность дальнейшего расширения функциональности, включая внедрение нейросетевых моделей и подключение дополнительных источников данных, что делает предложенный подход перспективным для развития современных сервисов персонализированного шопинга и интеллектуального подбора гардероба.

Библиографический список

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

2. Крошилин А.В., Крошилина С.В., Саморукова О.Д., Жулева С.Ю. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник РГРТУ. №88 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 142 с. (106-114).

3. Шарп Г. Введение в информационные системы: управление и разработка / Г. Шарп. — Москва: Вильямс, 2020. — 512 с. — ISBN 978-5-9908677-7-2. — EDN BBVIQZ.

4. Власов В. Г. Алгоритмы обработки данных и машинное обучение / В. Г. Власов. — Санкт-Петербург: Питер, 2019. — 352 с. — ISBN 978-5-4461-0921-8. — EDN PZDFYU.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ VISION TRANSFORMER В ЗАДАЧАХ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Д. Ю. Логинов

Научный руководитель – Крошилин А.В., д-р техн. наук, профессор

В эпоху быстрого развития искусственного интеллекта архитектуры на основе трансформеров, в частности зрительные трансформеры (Vision Transformers/ViT), радикально изменили подходы к обработке визуальных данных в компьютерном зрении [1, 2]. Переход от свёрточных нейронных сетей к моделям с механизмом внимания позволяет эффективно улавливать глобальные зависимости в изображениях, что крайне актуально для задач анализа больших объёмов данных, в том числе в задаче анализа качества обслуживания и поведения работников розничной торговой сети [3].

Vision Transformer [4], предложенная в 2020 году, адаптирует архитектуру трансформеров из обработки естественного языка для задач компьютерного зрения. В отличие от CNN, где локальные свёртки ограничивают поле восприятия, ViT использует механизм самовнимания для глобального анализа изображения с первых слоёв.

Процесс работы ViT включает следующие этапы [5]:

– Токенизация патчей: изображение разделяется на фиксированные квадраты - патчи размером 16×16 пикселей, каждый из которых преобразуется в вектор - токен.

– Линейная проекция: патчи проецируются в высокоразмерное пространство эмбеддингов.

– Механизм внимания: блоки трансформера вычисляют карты внимания, захватывая дальнодействующие зависимости между патчами.

– Сеть прямого распространения: добавляются слои для нелинейных преобразований.

Такая структура обеспечивает масштабируемость - большие модели, такие как ViT-H, превосходят аналоги по точности при меньших вычислительных затратах (например, 2,5 тыс. TPU-v3-дней для обучения).

В сфере компьютерного зрения ViT применяется в основном в следующих задачах:

– Классификация изображений: на датасетах вроде ImageNet или CIFAR-10 ViT достигает результатов, сопоставимых с CNN [6, 7], но с преимуществом в глобальном контексте.

– Сегментация: модифицированные варианты разделяют изображения на семантические области, эффективно выделяя объекты, учитывая контекст изображения.

Преимуществами VIT над CNN в подобных задачах являются глобальное внимание, эффективность на больших датасетах (>100 млн изображений) и гибкость для разнородных данных, достигаемые благодаря уникальной архитектуре.

Таким образом, Vision Transformer (ViT) являются одним из наиболее перспективных подходов к задачам классификации и сегментации изображений. Рациональность их использования в сфере компьютерного зрения обусловлена обеспечением глобального анализа изображений и высокой масштабируемостью.

Библиографический список

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

2. Крошилин А. В., Крошилина С. В. Интеллектуальные поисковые системы на основе нечеткой логики. Учебное пособие для вузов. - М.: Горячая линия – Телеком, 2023. – 140 с.: ил.

3. Логинов Д.Ю., Крошилина С.В., Построение микросервисной архитектуры информационной системы анализа качества обслуживания и поведения работников розничной торговой сети // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. Г. В. Овечкина – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book jet), 2025 – 180 с. (55-58)

4. Что такое Vision Transformer (ViT)? – Ultralytics. URL: https://www.ultralytics.com/ru/glossary/vision-transformer-vit (дата обращения: 14.04.2026).

5. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРАНСФОРМЕРОВ... Universum. 2024. URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/17259.

6. Жулев В. И., Крошилин А. В., Крошилина С. В. Проектирование систем поддержки принятия решений. Учебное пособие для вузов. -М.: Горячая линия– Телеком, 2023. – 180 с.: ил.

7. Сверточные сети и ViT. Pharmacoeconomics. 2025. URL: https://www.pharmacoeconomics.ru/jour/article/view/1256?locale=ru_RU.

ГИБРИДНАЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МАРШРУТОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Б.Д. Плешков

Научный руководитель – Крошилин А.В., д-р техн. наук, профессор

В работе рассматривается разработка гибридной рекомендательной системы для построения персонализированных маршрутов посещения городских

достопримечательностей. Актуальность обусловлена необходимостью учёта множества разнородных факторов (интересы пользователя, бюджет, время, география) при формировании предложений, а также потребностью в объяснимости рекомендаций [4].

Целью исследования является создание архитектуры, объединяющей несколько методов машинного обучения для точного предсказания степени соответствия места интересам пользователя и последующей оптимизации маршрута с учётом географической близости объектов.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Разработана структура базы данных, включающая таблицы пользователей (более 12 критериев: возраст, бюджет, интересы к искусству/истории/природе и др.), мест (категория, цена, тематические оценки, теги) и взаимодействий (рейтинги, время посещения).

2. Реализована двухбашенная нейросеть (Two-Tower Network) для получения семантических эмбеддингов пользователей и мест размерности 64, что позволяет вычислять косинусное сходство между ними [2].

3. Применён метод факторизационных машин (Factorization Machines) для моделирования парных взаимодействий признаков (например, влияние возраста на предпочтение определённой категории мест) [1].

4. Создан модуль сравнения специфичных признаков (Content-Based Comparator), анализирующий уникальные характеристики, не пересекающиеся у пользователя и места (пищевые предпочтения, особенности доступности).

5. Разработана объединяющая сеть (Fusion Network), которая обучается взвешивать оценки трёх моделей для получения итогового процента совпадения.

6. Реализован оптимизатор маршрутов (Route Optimizer) на основе алгоритма DBSCAN [3], группирующий близкие места и выбирающий наилучшие варианты с учётом времени посещения и логической последовательности.

В ходе экспериментального тестирования на синтетических данных (100 пользователей, 200 мест, 5000 взаимодействий) система продемонстрировала среднюю точность предсказания рейтинга (RMSE ~0.31) и успешно формировала маршруты с учётом географической компактности. Предложенная архитектура легко расширяема и может быть адаптирована для различных городских сред.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования гибридного подхода в задачах рекомендации маршрутов. Дальнейшие исследования будут направлены на внедрение методов обработки естественного языка для анализа отзывов и учёта сезонных факторов.

Библиографический список

1. Рендл С. Факторизационные машины // IEEE International Conference on Data Mining. – 2010. – С. 995–1000.

2. Covington P., Adams J., Sargin E. Глубокие нейронные сети для рекомендаций на YouTube // Proceedings of the 10th ACM Conference on Recommender Systems. – 2016. – С. 191–198.

3. Эстер М., Кригель Х.-П., Сандер Й., Сюй С. Алгоритм DBSCAN для обнаружения кластеров в больших пространственных базах данных с шумом // Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. – 1996. – С. 226–231.

4. Крошилин А.В. Предметно-ориентированные информационные системы: учебное пособие / А.В. Крошилин, С.В. Крошилина, Г.В. Овечкин. – Москва: КУРС, 2023. – 176 с

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЕ СОПРОВОЖДЕНИЯ ВОЛОНТЕРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РГРТУ

А.В. Моисеев
Научный руководитель – Тишкина В.В., канд. техн. наук, доцент

В работе проведён анализ существующей в РГРТУ системы сопровождения волонтёрской деятельности и оценена целесообразность применения методов искусственного интеллекта для её совершенствования. В настоящее время учёт добровольцев и мероприятий осуществляется с использованием набора таблиц, в которых руководители подразделений фиксируют состав участников и распределение задач. Основными задачами системы являются подбор волонтёров с учётом их специализации, а также обеспечение их мотивации и вовлеченности. Подобные подходы, основанные на ручной обработке данных, при отсутствии интеллектуальных механизмов сопоставления ресурсов могут приводить к снижению эффективности распределения [1]. При этом специфика волонтёрской деятельности заключается в необходимости не минимизации задействованных ресурсов, а их максимального вовлечения, что усложняет задачу планирования [2].

Для проверки гипотезы о пользе применения методов искусственного интеллекта был разработан алгоритм автоматизированного подбора волонтёров для выполнения задач в рамках нескольких параллельных мероприятий. Алгоритм учитывал специализацию добровольцев и их доступность, формируя команды без участия руководителя. Эксперимент проводился в течение одного месяца и охватил 11 мероприятий, при этом руководитель одного из подразделений осуществлял распределение исключительно на основе предложенного алгоритма.

По результатам эксперимента установлено, что при относительно небольшом количестве участников и мероприятий существующая система, основанная на таблицах и экспертных решениях руководителей, обеспечивает приемлемый уровень эффективности. Алгоритмическое распределение продемонстрировало результаты, сопоставимые с экспертным подходом, однако не показало значимого превосходства. Данный результат согласуется с исследованиями, указывающими, что эффект от применения ИИ в управлении волонтёрской деятельностью проявляется преимущественно при увеличении масштаба и сложности системы [3].

Вместе с тем выявлен потенциал применения методов искусственного интеллекта при масштабировании системы, увеличении числа участников и усложнении структуры взаимодействий. Разработанный алгоритм может рассматриваться как инструмент поддержки принятия решений, позволяющий снизить нагрузку на руководителей и формализовать процесс распределения, однако на текущем этапе не способен полностью заменить экспертное управление. Полученные результаты определяют необходимость дальнейших исследований, направленных на интеграцию более сложных моделей, учитывающих мотивацию, совместимость и поведенческие характеристики волонтёров.

Библиографический список

1. Mohanraj S., Nikil R. AI-Based Approach for Automated Volunteer and Impact Reporting Using K-Nearest Neighbours // International Journal of Scientific Research and Engineering Development. 2026. Vol.9, No.1. P.1596–1600.

2. Schoen F. Volunteer scheduling through optimization [Электронный ресурс] // Medium.com (Operations Research Bit). 2026. URL: https://medium.com/operations-research-bit/volunteer-scheduling-through-optimization-cff6c9ca8273 (дата обращения: 10.03.2026).

3. Yuan S. Artificial Intelligence-Enabled Volunteer Services: Intrinsic Logic, Practical Dilemmas, and Adjustment Strategies // International Journal of Global Economics and Management. 2025. Vol.8, No.2. P.199–208.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МОДЕЛЕЙ АНАЛИЗА ЛИЦА ДЛЯ ЛОКАЛЬНЫХ АССИСТЕНТОВ

И.А. Ветринцев

Научный руководитель – Цуканова Н.И., канд. техн. наук, доцент.

Детекция и анализ лиц, являются важными составляющими AI-помощников для ВКС, поскольку используются, как для идентификации участников, так и оценки эмоций, из которых строится дальнейший анализ видеоконференции. Для локальных ассистентов важно, не только обрабатывать кадры из видеопотока с высокой точностью, но и вычислительная эффективность модели. В данной работе сравниваются три современные модели нейронных сетей для детекции и последующего анализа лиц. Все модели были развернуты локально на CPU.

BlazeFace – это легкая сверточная модель от Google, разработанная специально для мобильных и маломощных устройств. Ее плюсы – это очень низкая задержка и минимальное потребление ОЗУ, а минус состоит в том, что модель крайне чувствительна к условиям съемки. SCRFD – модель нейронной сети, являющаяся более сбалансированным решением. Она сохраняет высокую скорость инференса и менее зависима от условий получения кадра. RetinaFace – модель, обеспечивающая наибольшую точность поиска лица, но требует заметно больше вычислительных ресурсов.

Эксперимент проводился на 79 видеозаписях с веб-камеры длительностью от 5 до 120 секунд. В набор данных попали, как видеозаписи из открытых источников, так и собственные записи, учитывающие возможные ситуации на видеоконференциях. Всего было проанализировано 12 233 кадра с разрешением 1280×720 пикселей. Разметка лиц выполнялась вручную, после чего проверялась на корректность. Все модели запускались на ПК с процессором Intel Core i5-12400H и 16 Гб оперативной памяти.

Оценка качества происходила с помощью метрик precision, recall и F1-score. Вычислительная эффективность определялась по средней задержке обработки одного кадра и объему ОЗУ, потребляемому в процессе инференса нейронной сети.

Таблица 1 – Общее сравнение моделей

Модель	Precision, %	Recall, %	F1, %	Задержка, мс/кадр	Память, МБ
BlazeFace	90.4	87.9	89.1	5.3	17
SCRFD	92.9	91.1	92.0	8.6	29
RetinaFace-MobNet	94.5	93.2	93.8	13.4	42

Полученные результаты показали, что RetinaFace имеет лучшее значение F1-score, однако имеет более чем в 2 раза большую задержку обработки и потребляемую память. BlazeFace отстает в точности на несколько процентов, однако работает быстрее оппонентов и требует меньше ресурсов. SCRFD оказался наиболее сбалансированным в соотношении качество/скорость/потребление ресурсов.

На основе проведенного эксперимента можно построить линейную регрессию, где L – задержка обработки кадра в миллисекундах, а F1 – итоговая F1-мера, имеет вид:

$$F1 = 0.57 * L + 86.49 \ (R^2 = 0.943).$$

Это означает, что в диапазоне от 5 до 14 мс на кадр каждая дополнительная миллисекунда вычислений соответствует приросту качества примерно на 0.57%. Полученная регрессия может использоваться, с целью выбора оптимальной модели для AI-помощника на видеоконференциях.

Таким образом, выбор модели анализа лица зависит от мощностей оборудования и предполагаемого использования. Для систем с ограниченными ресурсами целесообразно применять BlazeFace. Для более мощных устройств, лучше применять SCRFD. Если необходима максимальная точность детекции, то лучшим выбором становится RetinaFace, при условии, что вычислительных мощностей хватает. В дальнейших исследованиях наиболее перспективным кажется исследование не только детекция лиц, но и более сложного анализа, включая распознавание эмоций, направления взгляда и проверку живости изображения.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ ПЛАТФОРМ GPU ПРИ ЗАДАЧЕ СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В.В. Трохимчук
Научный руководитель –Елесина С.И., канд. техн. наук, доцент

Актуальность. Современные задачи обработки изображений требуют высокой производительности. Графические процессоры благодаря массовому параллелизму позволяют ускорять вычисления. Выбор программной платформы (CUDA, OpenCL, ROCm) влияет на эффективность реализации, особенно для трудоёмких алгоритмов совмещения изображений.

Цель и задачи. Цель – сравнить программные платформы GPU на задаче совмещения изображений. Задачи: реализовать алгоритм поиска фрагмента на изображении методом поэтапного сканирования с критерием SAD; измерить время выполнения на трёх платформах; дать рекомендации по выбору.

Методы. Использован метод поэтапного сканирования: сначала крупная сетка, затем уточнение в окрестности экстремума [2]. Целевая функция – сумма абсолютных разностей (SAD) для фрагмента 267×292 пикселя на изображении 736×736 пикселей. Реализации выполнены на CUDA (NVIDIA RTX 4060), OpenCL и ROCm (AMD Radeon RX 7600). Оценивалось общее время совмещения. [2,3]

Результаты. Все три платформы нашли одинаковые координаты (469, 63) с точностью совмещения 0,98. Время выполнения приведено в таблице.

Таблица – Сравнение времени работы платформ

Видеокарта	Время, мс
CUDA (NVIDIA RTX 4060)	223
OpenCL (Radeon RX 7600)	456
ROCm (Radeon RX 7600)	460

CUDA показала наилучшую производительность благодаря глубокой оптимизации под оборудование NVIDIA [1]. OpenCL и ROCm уступают из-за накладных расходов на универсальность (OpenCL) и привязки к Linux (ROCm).

Вывод

GPU-платформы эффективны для совмещения изображений. Для экосистемы NVIDIA оптимален выбор CUDA. OpenCL подходит для кроссплатформенных решений, ROCm – для AMD под Linux. Результаты могут использоваться при проектировании систем реального времени.

Библиографический список

1. Sanders J., Kandrot E. CUDA by Example. Addison-Wesley, 2010.
2. Елесина С.И., Логинов А.А., Никифоров М.Б. Математическое и алгоритмическое обеспечение методов глобальной оптимизации при совмещении изображений. Рязань: РГРТУ, 2014. 80 с.
3. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. 2nd ed. Springer, 2022.

УПРАВЛЕНИЕ ИТ-ПАРКОМ И ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ АКТИВОВ: ОПТИМИЗАЦИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБОВАНИЯМ НА ВСЕХ ЭТАПАХ

Кенье Немне Лари Ханс
Научный руководитель – Трушкова И.Н., канд. пед. наук, доцент

В условиях постоянно меняющейся цифровой среды управление ИТ-парком и жизненным циклом активов (ITAM) становится ключевым стратегическим рычагом, поскольку ИТ-активы теперь составляют до 50% организационных бюджетов [1]. Цифровая трансформация, ускоренная переходом на удалённую работу, облачными технологиями, интернетом и искусственным интеллектом, усложнила технологические экосистемы, многократно увеличив число задач в области безопасности, нормативного соответствия (GDPR, ISO 27001), бюджетных ограничений и экологического воздействия [2]. Таким образом, ITAM объединяет финансовые, контрактные и инвентаризационные аспекты для эффективного управления технологической стратегией и оптимизации процесса принятия решений.

Данная дисциплина опирается на четыре фундаментальных компонента: аппаратные, программные, облачные и информационные активы, регулируемые международными стандартами, такими как серия ISO/IEC 19770 [3], ITIL [4] и COBIT. Каждый этап требует структурированных процессов: от анализа потребностей и бюджетирования CAPEX/OPEX до согласования SLA, стандартизированного развёртывания (SCCM, Intune), управления инцидентами (уровни 1–3) и сертифицированного удаления данных (NIST 800-88) [5].

Оптимизация парка основывается на тщательном анализе совокупной стоимости владения (TCO), автоматизации развёртывания (Ansible, Terraform, Kubernetes), переходе на гибридные архитектуры и внедрении принципов FinOps. Безопасность закладывается на этапе проектирования (Security by Design) посредством шифрования, многофакторной аутентификации, сегментации сети, мониторинга SIEM/EDR/XDR и применения правила резервного копирования 3-2-1. Соответствие отраслевым нормам (GDPR, NIS 2, SOX, PCI-DSS) и стандартам сертификации (ISO 27001, SecNumCloud) требует выделенной системы управления, строгой документации и регулярных аудитов, контролируемых с помощью KPI соответствия.

Эффективное управление жизненным циклом ИТ-активов сегодня является стратегической необходимостью для обеспечения производительности, устойчивости и соответствия требованиям в цифровой экономике. Будущие тенденции включают автоматизацию на базе ИИ, массовое распространение подключённых устройств, постквантовую криптографию, архитектуры 5G/edge и требования «зелёных» ИТ (директива CSRD). Стратегические рекомендации предполагают комплексный подход, инвестиции в автоматизацию, постоянное обучение пользователей, согласование ИТ с бизнес-задачами, строгий контроль показателей эффективности и укрепление непрерывности бизнеса.

Библиографический список

1. Gartner, « IT Asset Management Overview », Gartner Research, 2025.
2. IAITAM, « The Business Case for IT Asset Management », International Association of IT Asset Managers, 2024.

3. ISO/IEC 19770-1:2017, « Technologies de l'information — Gestion des actifs logiciels », Organisation internationale de normalisation, 2017.
4. ITIL Foundation, « ITIL 4 : Créer, livrer et prendre en charge », AXELOS, 2024.
5. ANSSI, « Guide d'hygiène informatique », Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information, 2024.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

С.С. Серебрякова
Научный руководитель – Саблина В.А., канд. техн. наук, доцент

В современной разработке программного обеспечения (ПО) качество продукта напрямую зависит от эффективности процессов тестирования. Одним из ключевых решений на этапе планирования является выбор между ручным и автоматизированным тестированием, а также подбор конкретных инструментов автоматизации. В докладе рассматриваются классификация, сравнительный анализ и критерии выбора инструментальных средств тестирования, что позволяет обоснованно подходить к формированию стратегии обеспечения качества.

Существующие инструменты тестирования можно разделить на несколько категорий: средства для модульного тестирования (NUnit, JUnit, pytest), веб-тестирования (Selenium, Cypress, Playwright), тестирования API (Postman, SoapUI) и нагрузочного тестирования (JMeter, Gatling) [1, 2]. Каждый инструмент обладает своими преимуществами и ограничениями. Так, Selenium является наиболее универсальным решением благодаря поддержке множества языков программирования и браузеров, однако требует значительных усилий на поддержку тестов. Cypress отличается высокой скоростью выполнения и удобной отладкой, но ограничен браузером Chrome. Playwright сочетает достоинства обоих, обеспечивая кросс-браузерность и современные возможности автоматизации [1].

Выбор инструмента должен основываться на ряде критериев: совместимость с технологическим стеком проекта, стоимость лицензирования (для коммерческих решений), сложность обучения, качество документации, возможность интеграции с системами непрерывной интеграции (CI/CD), а также производительность и стабильность [3]. Для долгосрочных проектов с частыми регрессионными прогонами целесообразно использовать открытые инструменты с активным сообществом (например, Selenium, Playwright), что позволяет минимизировать затраты на поддержку и адаптацию к изменениям требований [4].

Экономическая эффективность автоматизации оценивается через показатели ROI (возврат инвестиций) и TCO (совокупная стоимость владения). Как показывают исследования, автоматизация окупается в среднем после 3–4 циклов регрессионного тестирования [5]. Наибольший эффект достигается при автоматизации стабильных критических сценариев, в то время как ручное тестирование остаётся предпочтительным для исследовательских задач и оценки пользовательского интерфейса.

Таким образом, грамотный выбор инструментальных средств тестирования требует комплексного подхода, учитывающего технические, организационные и экономические факторы. Перспективным направлением является развитие средств

автоматизации с поддержкой искусственного интеллекта для самовосстанавливающихся тестов и интеллектуального анализа покрытия.

Библиографический список

1. Куликов С.С. Тестирование программного обеспечения. Базовый курс. – 3-е изд. – Минск: Четыре четверти, 2020. – 312 с.

2. Котляров В.П. Основы тестирования программного обеспечения: учебное пособие. – 2-е изд. – М.: ИНТУИТ, 2016. – 248 с.

3. Криспин Л., Грегори Дж. Гибкое тестирование: практическое руководство для тестировщиков ПО и гибких команд. Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2010. – 464 с.

4. Майерс Г. Искусство тестирования программ. Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 176 с.

5. Савин Р. Тестирование Дот Ком, или Пособие по жестокому обращению с багами в интернет-стартапах. – М.: Дело, 2007. – 312 с.

РИСКИ БЕЗОПАСНОСТИ И СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБОВАНИЯМ В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ: СТРАТЕГИИ ПРОАКТИВНОГО СНИЖЕНИЯ РИСКОВ

В.П. Фонку

Научный руководитель – Трушкова И.Н., канд. пед. наук, доцент

Непонимание модели разделения ответственности между провайдером (физическая безопасность) и клиентом (доступ, шифрование, конфигурация, законодательство) ведёт к архитектурному расколу и инцидентам, которые не устраняются реактивными подходами [1, 2, 3, 4].

Выделены шесть категорий рисков [4]. Ошибочная настройка – частая причина утечек данных [3]. Меры: автоматизированные сканеры конфигураций и инфраструктура как код [1, 5]. Захват учётной записи требует MFA и поведенческого мониторинга [4]. Небезопасные API требуют шлюзов, ограничения запросов и короткоживущих токенов [5]. Действия инсайдеров снижаются принципом наименьших привилегий и регулярными пересмотрами прав [4]. Нарушение требований (GDPR, HIPAA, CCPA) предотвращается автоматизированным сканированием и шифрованием [3]. Риски цепочки поставок требуют сканирования образов, SBOM и подписи образов [7].

Предлагаемая модель проактивной киберустойчивости интегрирует healthy self, биологическую сложность и когнитивную иммунную систему с ключевыми элементами (автоматизированные средства контроля, непрерывный мониторинг, Zero Trust, автономное реагирование, адаптивная устойчивость), а фреймворки «Автономный щит» и ACIS-K8s снижают время прогнозирования >50% и сохраняют доступность >95% в ходе атаки [1, 2, 6].

Эффективное управление требует от организаций проактивной политики, автоматизации, аудитов, MFA, IaC, шифрования и резервного копирования под своим управлением, поскольку провайдер не гарантирует безопасность, а перспективные архитектуры должны эволюционировать к автономным иммунным системам [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Библиографический список

1. Фонку В.П., Трушкова И.Н. Автономный щит. Вестник РГРТУ. 2025.
2. Фонку В.П., Трушкова И.Н. The Autonomic Revolution. 2025.
3. Мелл П., Гранс Т. Определение облачных вычислений NIST. 2011.
4. Cloud Security Alliance. Главные угрозы («Зловещая дюжина»).CSA, 2022.
5. Барр Дж. Фреймворк AWS Well-Architected. AWS, 2020.
6. Фонку В.П., Трушкова И.Н Фреймворк Zero-Trust на основе AIOps для Kubernetes. РГРТУ, 2025.
7. Крутц Р. Л., Вайнс Р. Д. Безопасность облачных вычислений. Wiley, 2019.

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ВИДА РАСТЕНИЯ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЕГО ЛИСТА

А.В. Хрисанов
Научный руководитель – Саблина В.А., канд. техн. наук, доцент

Автоматическое распознавание видов растений по изображению листа является актуальной задачей в области компьютерного зрения, биоинформатики и прикладных информационных технологий [1]. Традиционная идентификация растений, основанная на визуальном осмотре и экспертной оценке, требует значительных временных затрат и специальных знаний, что затрудняет ее применение при необходимости быстрой обработки больших объемов данных. Лист растения является одним из наиболее информативных объектов для автоматического анализа, поскольку его форма, контур и текстурные характеристики содержат устойчивые признаки, характерные для конкретного вида [2].

Существующие алгоритмы распознавания растений по изображениям листьев можно разделить на несколько основных групп: методы на основе геометрических признаков формы, подходы с использованием инвариантных моментов Ху, текстурные методы на основе матриц совместной встречаемости уровней серого (GLCM) и локальных бинарных шаблонов (LBP), а также комбинированные алгоритмы, объединяющие признаки формы и текстуры [3]. Алгоритмы на основе геометрических признаков отличаются простотой реализации и низкой вычислительной сложностью, однако их точность может снижаться при распознавании видов со схожей формой листьев. Методы на основе моментов Ху более устойчивы к повороту, масштабу и смещению объекта, но чувствительны к шумам и ошибкам сегментации. Текстурные методы позволяют учитывать особенности поверхности листа, однако в большей степени зависят от качества изображения и условий съемки [4].

Для корректной оценки алгоритмов необходимо использовать наборы изображений, различающиеся по сложности, условиям съемки и степени внутриклассовой вариативности [5]. В качестве базового набора удобно применять Swedish Leaf Dataset. Для промежуточной оценки устойчивости алгоритмов может использоваться UCI Leaf Dataset, а для анализа работоспособности в условиях, приближенных к практическому применению, — A Database of Leaf Images (Mendeley Data). Такой подход позволяет получать более обоснованные результаты сравнения алгоритмов.

Кроме того, были рассмотрены существующие программные реализации в средах MATLAB и Python. Проведенный анализ показывает, что в качестве базового варианта для дальнейших исследований целесообразно использовать алгоритм распознавания на основе геометрических признаков формы листа. Его простота, низкая вычислительная сложность и наглядность используемых признаков делают данный подход удобным для первичной отладки, анализа ошибок и последующего сравнения с более сложными методами.

Библиографический список

1. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания образов. – М.: Высшая школа, 2004. – 261 с.

2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.

3. Аббасов И.Б., Дешмух Р.Р. Распознавание изображений сельскохозяйственных культур, растений и лесных массивов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2020. – № 3 (213). – С. 202–212.

4. Chaki J., Parekh R., Bhattacharya S. Plant leaf recognition using texture and shape features with neural classifiers // Pattern Recognition Letters. – 2015. – Vol. 58. – P. 61–68.

5. Rzanny M., Seeland M., Wäldchen J., Mäder P. Acquiring and preprocessing leaf images for automated plant identification: understanding the tradeoff between effort and information gain // Plant Methods. – 2017. – Vol. 13. – P. 1–14.

ФОРМИРОВАНИЕ НАБОРОВ ДАННЫХ ДЛЯ АЛГОРИТМОВ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ РАСТЕНИЙ

Е.А. Юрин

Научный руководитель – Саблина В. А., канд. техн. наук, доцент

Решение задачи сегментации изображений с различными видами растений играет важную роль для сельского хозяйства, агрономии и биологии, потому что современные алгоритмы помогают автоматически анализировать состояние растений, определять болезни и оценивать рост [1, 2]. Основной целью исследования стал анализ подходов к формированию наборов данных для последующей разработки алгоритмов сематической сегментации изображений с различными видами растений.

Семантическая сегментация отличается от обычной классификации тем, что она работает не с изображением в целом, а с каждым его пикселем отдельно. Это значит, что модель должна не просто понять, что на изображении есть растение, а точно выделить его границы и, при необходимости, разделить на части: листья, стебли, плоды или пораженные участки. Для этого нужны качественно размеченные данные, где каждый пиксель имеет правильную метку.

Формирование такого набора данных начинается со сбора изображений. Фотографии могут быть сняты в поле, в теплице, в лаборатории или взяты из открытых источников. Важно, чтобы изображения были разнообразными: разные виды растений, стадии роста, освещение, ракурсы, фон и погодные условия. Чем разнообразнее данные, тем лучше модель сможет работать в реальной жизни.

Например, в современных наборах изображений растений часто используют фотографии, сделанные в естественных условиях, потому что именно там модель чаще всего будет применяться.

Следующий этап — очистка данных. Из набора удаляют размытые, дублирующиеся или неподходящие изображения. Это важно, потому что ошибки на этом этапе ухудшают качество обучения. После этого начинается разметка. Для семантической сегментации это самый трудоемкий шаг: специалист вручную или с помощью полуавтоматических инструментов обводит нужные области и присваивает им классы. В качестве инструментов часто используют LabelMe или Label Studio, а в некоторых современных проектах — модели вроде Segment Anything Model с последующей проверкой человеком.

После разметки создаются маски. Маска – это специальное изображение, где каждый цвет или значение пикселя соответствует определенному классу. Например, зеленым может быть отмечен лист, коричневым – стебель, а черным – фон. Именно такие пары «изображение + маска» и нужны для обучения модели. Если в задаче требуется не только отделить растение от фона, но и найти больные участки, то классов становится больше, а разметка – сложнее.

Очень важный момент – качество и структура набора данных. Хороший набор данных должен иметь метаданные: вид растения, место съемки, разрешение изображения, тип болезни или стадия роста, а также разделение на обучающую, валидационную и тестовую выборки. Это нужно, чтобы честно проверять качество алгоритма и не допустить ситуации, когда модель просто запомнила примеры из обучения.

Отдельная проблема – нехватка данных. В сельском хозяйстве не всегда удается собрать большие и полностью размеченные наборы. Поэтому сейчас все чаще применяют дополнение набора данных (аугментацию), то есть искусственное увеличение набора данных с помощью поворотов, отражений, изменения яркости и контраста. Также развиваются методы генерации синтетических изображений, которые помогают дополнять реальные данные и уменьшать дефицит размеченных примеров. Это особенно полезно, когда нужно обучить модель для редких видов растений или болезней.

В итоге можно сказать, что качество семантической сегментации напрямую зависит от качества набора данных. Если изображения разнообразны, разметка точная, а структура данных продумана, то модель лучше выделяет растения и их части и может использоваться для автоматического анализа посевов, диагностики болезней и мониторинга состояния растений. Поэтому формирование набора данных – это не просто подготовительный этап, а основа всего проекта.

Библиографический список

1. Пестунов И.А., Калашников Р.А., Рылов С.А. Семантическая сегментация осиновых и березовых древостоев на RGB-изображениях с БПЛА при помощи сверточных нейронных сетей // Вычислительные технологии, т. 29, № 5, 2024. – С. 100–112. DOI: 10.25743/ICT.2024.29.5.008.

2. Кутырёв А.И. Сверточная нейронная сеть для сегментации цветков яблони на изображениях // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, т. 25, № 5, 2024. – С. 949–961. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.5.949-961.

АНАЛИЗ ВЕКТОРОВ ПРИЗНАКОВ МИКРОДВИЖЕНИЙ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ТОЧЕК ЛИЦА

К.А. Пушков
Научный руководитель – Саблина В.А, канд. техн. наук, доцент

Теоретическая база. Микродвижения лица представляют собой малые амплитудные перемещения антропометрических точек (уголки губ, брови, веки и др.) в процессе мимической активности [1]. Амплитуда таких движений обычно не превышает 1–2 мм, а характерный частотный диапазон составляет 1–8 Гц. Для количественного описания микродвижений используется набор антропометрических точек, отслеживаемых в каждой видеопоследовательности. В работе анализируются 62 бинарных признака, соответствующих 11 областям лица (щеки, подбородок, брови, нос, глаза, губы). Каждый признак принимает значение 1, если в данной области зафиксировано микродвижение, и 0 в противном случае [2].

Постановка задачи. Исходные данные представляют собой 159 видеопоследовательностей из это набор спонтанных действий и микродвижений Spontaneous Actions and Micro-Movements (SAMM) [3], для каждой из которых сформирован бинарный вектор признаков из 62 элементов [2]. Каждой видеопоследовательности соответствует экспертная метка одной эмоции из восьми: гнев, грусть, удивление, страх, радость, отвращение, презрение или другая [3]. Задача состоит в том, чтобы на основе бинарного вектора признаков вычислить вероятности принадлежности видеопоследовательности к каждому из эмоциональных классов, а также определить наиболее вероятную эмоцию.

Особенность задачи заключается в том, что микродвижения часто являются слабовыраженными, неоднозначными и могут одновременно соответствовать нескольким эмоциональным состояниям. Кроме того, ручная разметка микродвижений носит субъективный характер, а сами движения могут интерпретироваться по-разному разными экспертами. Это делает задачу классификации эмоций по микродвижениям крайне сложной.

Выбор классификатора. Для решения задачи был выбран бернуллиевский наивный байесовский классификатор (Bernoulli Naive Bayes). Выбор обусловлен следующими причинами.

1. Природа признаков – все 62 признака являются бинарными (0 или 1), что идеально соответствует предположениям бернуллиевской модели.

2. Малый объем выборки – 159 примеров недостаточно для обучения сложных моделей (например, глубоких нейронных сетей), тогда как наивный байесовский классификатор эффективно работает с небольшим количеством данных.

3. Интерпретируемость – модель позволяет объяснить, какие признаки внесли наибольший вклад в предсказание.

4. Устойчивость к разреженности – бинарные векторы часто содержат много нулей (отсутствие движений), что хорошо обрабатывается наивным байесовским классификатором.

Альтернативные методы (метод опорных векторов, случайный лес, нейронные сети) рассматривались, но были отвергнуты на начальном этапе работы из-за риска переобучения на малом объеме данных и меньшей интерпретируемости.

Модель использует лапласовское сглаживание ($\alpha = 1$) для избежания нулевых вероятностей, вычисления ведутся в логарифмической шкале для численной устойчивости, а итоговые вероятности нормализуются функцией Softmax [2, 3].

Результаты. В результате работы модели для каждой из 159 видеопоследовательностей получено вероятностное распределение по восьми эмоциональным классам.

Для оценки качества классификации была вычислена точность (Accuracy) – доля примеров, где предсказанная моделью эмоция (Top-1) совпала с исходной экспертной меткой.

Полученная точность составила 34,0 % (54 правильно распознанных эмоций из 159).

Этот результат является ожидаемым и объяснимым по следующим причинам.

1. Высокая сложность задачи – распознавание эмоций по микродвижениям лица является одной из самых сложных задач в области компьютерного зрения и аффективных вычислений. Даже обученные эксперты часто расходятся в интерпретации микровыражений (межэкспертная согласованность составляет 50–70 %).

2. Субъективность разметки – исходные метки были поставлены вручную и могут отражать не только микродвижения, но и контекст видеосюжета.

3. Неполнота признакового описания – бинарные признаки фиксируют только факт наличия движения, но не его амплитуду, скорость, длительность и форму. Именно эти динамические характеристики часто являются ключевыми для различения эмоций.

4. Перекрытие классов – многие эмоции имеют сходные паттерны микродвижений (например, радость и удивление, гнев и отвращение).

5. Смешанные и переходные состояния – значительная часть видеопоследовательностей (44,7 % по предсказаниям модели) была отнесена к классу «другая», что отражает отсутствие ярко выраженной эмоции.

Мировой контекст. Важно отметить, что проблема распознавания эмоций по микродвижениям лица остается открытой. Точность лучших существующих систем (включая решения на основе глубоких нейросетей) редко превышает 65–70 % при классификации базовых эмоций на наборе SAMM [4]. Таким образом, полученный результат 34 % является сопоставимым с базовыми методами и создает основу для дальнейшего улучшения.

Перспективы дальнейшей работы. Дальнейшее повышение качества классификации планируется за счет:

– перехода от бинарных признаков к числовым (амплитуда, скорость, ускорение движений).

– добавления спектральных признаков (анализ частотных характеристик микродвижений).

– использования более сложных моделей: случайный лес, градиентный бустинг, а при увеличении выборки – долгая краткосрочная память Long Short-Term Memory (LSTM) и трансформеры для учета временной динамики.

– увеличения размера обучающей выборки.

– применения кросс-валидации для объективной оценки качества.

Библиографический список

1. Paul Ekman, Emotion in the Human Face, 2nd Edition, Malor Books, 2013, 456 p.

2. Саблина В.А., Черненко А.Д. Подготовка набора векторов признаков для обнаружения микролицевых движений // Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические

комплексы – Биомедсистемы-2022: сб. тр. XXXV Всерос. науч.-техн. конф. студ., мол. ученых и спец., 7-9 декабря 2022 г. / под общ. ред. В.И. Жулева. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2022. – С. 190-193.

3. Adrian K. Davison, Cliff Lansley, Nicholas Costen, Kevin Tan, and Moi Hoon Yap, "SAMM: A Spontaneous Micro-Facial Movement Dataset," in IEEE Transactions on Affective Computing, Volume 9, No. 1, 2018, pp. 116-129.

4. Xianye Ben, Yi Ren, Junping Zhang, Su-Jing Wang, Kidiyo Kpalma, and Weixiao Meng, "Video-Based Facial Micro-Expression Analysis: A Survey of Datasets, Features and Algorithms," in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Volume 44, No. 9, 2022, pp. 5826-5846.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ДОРАБОТКА СИСТЕМЫ ГЕНЕРАЦИИ ОТЧЕТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ

С.Д. Шандала
Научный руководитель – Саблина В.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются подходы к оптимизации систем аналитической отчетности в условиях экспоненциального роста объемов корпоративной информации. Целью работы является всесторонний анализ современных архитектур и инструментальных средств для разработки эффективных систем генерации отчетов, способных оперативно преобразовывать «сырые» данные в управленческие знания [1].

Для построения производительных систем отчетности критически важным является выбор архитектурного решения. В работе проведен сравнительный анализ традиционных локальных и гибких облачных BI-архитектур (SaaS, PaaS, IaaS), а также исследованы современные концепции хранения данных: Data Warehouse (DWH), Data Lake и гибридная модель Data Lakehouse. Установлено, что использование Data Lakehouse позволяет унифицировать хранение для задач как классической BI-отчетности, так и продвинутой аналитики [2].

Рассмотрены алгоритмические основы обработки больших данных, включая пакетный и потоковый режимы. Особое внимание уделено оптимизированным методам агрегации, таким как использование вероятностных алгоритмов (HyperLogLog) для оценки уникальных значений и оконных функций SQL для расчета динамических показателей (скользящие средние, накопительные итоги).

В рамках исследования проведена оценка инструментальных средств анализа. Выявлено, что язык Python с библиотеками Pandas и NumPy является оптимальным для автоматизации этапов очистки и трансформации данных, в то время как язык R предоставляет наиболее мощный аппарат для глубокого статистического обоснования отчетов. При этом SQL остается фундаментальным декларативным языком для эффективного взаимодействия с хранилищами данных на уровне ETL/ELT процессов [3].

Определены перспективные направления развития систем, включающие внедрение расширенной аналитики (AI/ML) для автоматического обнаружения инсайтов и использование No-Code/Low-Code платформ для демократизации доступа к аналитическим инструментам.

Библиографический список

1. Microsoft. Обзор архитектуры Azure Synapse Analytics [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.azure.cn/en-us/synapse-analytics/overview-what-is (дата обращения: 04.03.2026).

2. IBM. ELT vs. ETL: сходства и различия [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ibm.com/think/topics/elt-vs-etl (дата обращения: 14.03.2026).

3. Augmented Analytics: The Future of Data and Analytics [Электронный ресурс]. – URL: https://www.dasca.org/world-of-data-science/article/augmented-analytics-the-future-of-data-analytics (дата обращения: 18.04.2026).

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АЛГОРИТМОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕРРИТОРИИ ГАРАЖНОГО КООПЕРАТИВА

В.Т. Сафин

Научный руководитель – Саблина В.А., канд. техн. наук, доцент

Гаражные кооперативы представляют собой специфическую инфраструктуру с повышенным уровнем рисков: отсутствие круглосуточной охраны, ограниченные финансовые ресурсы на безопасность, высокая плотность транспорта и частые инциденты, связанные с кражами, повреждением имущества, несанкционированной парковкой и подозрительной активностью в ночное время. Традиционные системы видеонаблюдения требуют постоянного ручного мониторинга, что снижает их превентивную эффективность. Внедрение систем технического зрения на базе глубокого обучения позволяет автоматизировать обнаружение, фиксацию и ретроспективный анализ инцидентов без увеличения штата охраны.

Проведён сравнительный анализ трех современных архитектур для обнаружения: YOLO26 (one-stage), Faster R-CNN (two-stage) и RetinaNet (one-stage с функцией потерь Focal Loss). Оценка производилась по четырём метрикам: время инференса, точность распознавания (mAP@0.5), объём модели и сложность интеграции. Тестирование выполнялось на реальном кадре проезда кооператива с использованием GPU NVIDIA RTX 970 [1-3].

Экспериментально установлено, что YOLO26 обеспечивает наилучший баланс скорости и точности. Время обработки кадра составило 13,5 мс (74 FPS), что приблизительно в 6 раз быстрее RetinaNet и приблизительно в 2 раза быстрее Faster R-CNN. Точность обнаружения достигла 98,5 %, при этом размер весов модели составляет всего 45,2 МБ, что позволяет разворачивать систему на компактных вычислительных модулях без облачной инфраструктуры. Faster R-CNN показал высокую точность (около 90 %), но требует 85 мс на кадр и 160 МБ памяти, что снижает его применимость в потоковом видео. RetinaNet продемонстрировал наименьшую точность (около 80 %) и склонность к пропуску объектов в условиях доминирования статичного фона, несмотря на использование Focal Loss. С точки зрения интеграции, YOLO26 требует минимального объема кода для настройки программного конвейера, тогда как двухэтапные архитектуры требуют ручной работы с тензорами и управления режимами обучения и инференса [1-3].

Для задач автоматизированного контроля территории гаражного кооператива выбран алгоритм YOLO26. Его архитектура обеспечивает обнаружение в реальном времени, низкие требования к вычислительным ресурсам и высокую точность, что

критично для бюджетных решений с ограниченной ИТ-инфраструктурой. Предложенная методология выбора и тестирования алгоритмов может быть масштабирована на другие объекты с аналогичными условиями эксплуатации (парковки, складские зоны, дачные поселки).

Библиографический список

1. Redmon J., Divvala S., Girshick R., and Farhadi A., You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016. Pp. 779-788.

2. Ren S., He K., Girshick R., and Sun J., Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks, Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), Volume 28, 2015. 9 p.

3. Xu H., Chen J., Meng S., Wang Y., Chau L.-P., A Survey on Occupancy Perception for Autonomous Driving: The Information Fusion Perspective, Information Fusion, Volume 114, 2025. Art. 102671.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ АВТОНОМНОГО ВОЖДЕНИЯ

А.В. Терехов

Научный руководитель – Саблина В.А., канд. техн. наук, доцент

Алгоритмы технического зрения являются основой восприятия в системах автономного вождения, обеспечивая обнаружение и классификацию объектов, распознавание дорожной сцены, разметки и знаков, а также оценку окружающей обстановки. От качества их работы зависят точность планирования траектории и безопасность принимаемых решений. Современные исследования показывают, что повышение эффективности таких систем связано не только с ростом вычислительной мощности, но и с развитием более сложных архитектур, учитывающих пространственные и временные зависимости в данных [1, 3].

В реальных дорожных условиях особенно важны методы, использующие информацию из нескольких источников. Одна камера или один детектор не обеспечивают достаточной надёжности из-за перекрытий объектов, изменений освещения, бликов, загрязнения оптики и других помех. Поэтому актуальными становятся BEV-представления, комплексирование данных и оценка занятости трёхмерного пространства, позволяющие точнее определять положение объектов и свободные зоны движения [1-3].

Практическое внедрение таких решений связано с рядом проблем: влиянием дождя, снега, тумана и ночного освещения, нехваткой редких и опасных сценариев в обучающих выборках, высокой стоимостью разметки данных и жёсткими требованиями реального времени. Кроме того, модели должны сохранять устойчивость, интерпретируемость и способность работать на ограниченных вычислительных ресурсах автомобиля.

Перспективы развития области связаны с созданием более устойчивых и адаптивных систем восприятия, расширением наборов данных и дальнейшим совершенствованием алгоритмов, ориентированных на реальные условия эксплуатации. Это подтверждает необходимость комплексного подхода,

объединяющего архитектурные решения, качественные данные и учёт специфики дорожной среды [3-5].

Библиографический список

1. Zhang Y., Carballo A., Yang H., Takeda K. Perception and sensing for autonomous vehicles under adverse weather conditions: A survey // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2023. Vol. 196. P. 146–177.

2. Li Z., Wang W., Li H., Xie E., Sima C., Lu T., Qiao Y., Dai J. BEVFormer: Learning Bird's-Eye-View Representation from Multi-camera Images via Spatiotemporal Transformers // Computer Vision – ECCV 2022: 17th European Conference, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2022. — P. 1–18.

3. Chen Z., Wang P., Chen H. et al. A survey on occupancy perception for autonomous driving // Information Fusion. 2025. Vol. 114. Art. 102671.

4. Liu M., Yurtsever E., Fossaert J. et al. A Survey on Autonomous Driving Datasets // IEEE Transactions on Intelligent Vehicles. 2024. Vol. 9, No. 11. P. 7138–7164.

5. Бабаян П.В., Кожина Е.С. Автоматическое выделение и обнаружение движущихся объектов с использованием видеокамеры с изменяющимся полем зрения // Вестник РГРТУ. 2023. № 83. С. 84–94.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ОБРАЩЕНИЙ В БАНКОВСКОМ КОЛЛ-ЦЕНТРЕ

М.В. Ерохина

Научный руководитель – Трушкова И.Н, канд. пед. наук, доцент

Автоматизация контакт-центров с использованием ИИ становится важным направле-нием повышения эффективности банков. В Прио Внешторг Банке проведён анализ текущих процессов [3], выявивший системные проблемы: устаревшая база знаний, долгое перенаправление запросов, отсутствие объективного контроля диалогов и индивидуального обучения операторов.

В докладе рассматривается проект интеллектуальной подсистемы, разработанный на основе реальных данных банка, а также перспективы внедрения ИИ-решений для оптимизации ключевых процессов обслуживания.

Ключевые направления повышения эффективности контакт-центра:

Автоматическое обновление базы знаний. Система обеспечивает актуальность инфор-мации, снижая время поиска данных операторами.

Интеллектуальная маршрутизация и поддержка в реальном времени [1]. ИИ анализи-рует запросы по срочности и сложности, мгновенно направляя их в нужные отделы и предо - ставляя подсказки операторам.

Автоматизированный контроль качества и обучение [2]. Объективная оценка 100% диалогов позволяет выявлять ошибки и формировать индивидуальные рекомендации для сотрудников.

Сравнение с существующими решениями (Яндекс.Диалоги, Just AI) показывает, что предлагаемый модуль объединяет гибкое понимание запросов, полную автоматизацию базы знаний и интеграцию с обучением.

Разработанная модель ТО ВЕ включает автоматическую маршрутизацию, интеграцию с CRM, динамическое распределение нагрузки и прозрачность всех этапов в едином контролирующем модуле.

Внедрение подсистемы позволит повысить скорость и точность обслуживания, снизить нагрузку на операторов и создать конкурентные преимущества для банка.

Библиографический список

1. Lasko A. AI for Revolutionizing Customer Care Routing System at Wix // Wix Engineering. 2024.

2. AI-Powered Routing in Contact Centers: A Complete Guide to Intelligent, Real-Time Customer Matching with AI // NiCE. 2025.

3. Прио Внешторг Банк. Внутренние данные и регламенты работы контакт-центра.

АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ФРОД-МОНИТОРИНГА: АДАПТАЦИЯ К СЕЗОННЫМ ПИКОВЫМ НАГРУЗКАМ

Д.А. Кабанов

Научный руководитель – Трушкова И.Н., канд. пед. наук, доцент

Современные системы обнаружения мошеннических транзакций работают в условиях высокоинтенсивных потоков платежных транзакций и строгих требований к времени отклика. Рост цифровизации банкинга, планируемое внедрение Цифрового рубля, а также наличие выраженных сезонных пиков (периоды массовых продаж) приводят к росту нагрузки на архитектуру вычислительных систем. В этих условиях традиционные архитектуры, основанные на реактивном масштабировании, оказываются недостаточно эффективными, поскольку не обеспечивают своевременной адаптации к резким изменениям интенсивности входного потока [1].

Современные системы строятся на основе методов машинного обучения, которые позволяют выявлять сложные закономерности и аномалии в платежных транзакциях и исторических данных. При этом используются методы обучения с учителем, методы обнаружения аномалий, а также гибридные подходы [2].

Архитектура систем включает в себя компоненты сбора и обработки данных, извлечения признаков, применения моделей машинного обучения и принятия решений. Важной особенностью является использование потоковой обработки данных и микросервисных архитектур, обеспечивающих масштабируемость и возможность работы в режиме реального времени [3]. В подавляющем большинстве системы настроены таким образом, что если проверка транзакции занимает больше времени, чем ожидается, то такая транзакция не проходит проверку на мошенничество, а сразу одобряется системой.

С ростом количества транзакций традиционные подходы, основанные на обычных, запрограммированных правилах и реактивном масштабировании, становятся менее эффективными, поскольку не успевают адаптироваться к новым типам мошенничества и резким изменениям нагрузки. В связи с этим возрастает роль интеллектуальных методов, позволяющих учитывать динамику данных и изменяющиеся условия функционирования системы

Одним из перспективных направлений развития является использование методов прогнозирования временных рядов для оценки нагрузки на систему. Такие подходы позволяют учитывать тренд и сезонные компоненты входного потока

данных, что может быть описано обобщенной моделью: L(t) = Trend(t) + Seasonality(t) + Noise(t).

Таким образом, внедрение ИИ в архитектуру таких систем связано с интеграцией методов машинного обучения, потоковой обработки данных и интеллектуального анализа временных рядов.

Библиографический список

1. Л. Клюев РАСЧЕТ ФАКТОРОВ В АНТИФРОДЕ [Электронный ресурс] // Хабр. URL: https://habr.com/ru/companies/yandex/articles/509506/ (дата обращения: 08.04.2026).

2. Л.Е. Батюкова, Т.В. Карлова МЕТОДИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНЗАКЦИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТИФРОД-СИСТЕМЫ // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2024. №1 (23). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-obespecheniya-bezopasnosti-tranzaktsiy-na-osnove-ispolzovaniya-antifrod-sistemy (дата обращения: 08.04.2026).

3. А.А. Копнин, Е.В. Соколова, А.А. Долгополов МЕТОДИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ БАНКОВСКИХ ИНТЕРНЕТ-ТРАНЗАКЦИЙ НА ОСНОВЕ АНТИФРОД СИСТЕМЫ // International journal of professional science. 2022. №10. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-obespecheniya-bezopasnosti-bankovskih-internet-tranzaktsiy-na-osnove-antifrod-sistemy (дата обращения: 09.04.2026).

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ

А.С. Рудакова

Научный руководитель — Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Интеллектуальные технологии в event-менеджменте — это интеграция алгоритмов машинного обучения, компьютерного зрения, обработки естественного языка и генеративных моделей в процессы планирования, проведения и анализа мероприятий. Изначально такие решения сводились к чат-ботам и базовой статистике. В данный момент интеллектуальные системы способны решать более сложные задачи: прогнозирование посещаемости, персонализация контента в реальном времени, анализ вовлечённости аудитории, автоматическая генерация пост-ивент отчётности и создание визуальных концепций.

Современные алгоритмы демонстрируют практически применимые результаты, однако точность прогнозов, интерпретируемость моделей и адаптация к гибридным и полностью виртуальным форматам остаются нерешёнными вопросами. Это делает тему внедрения интеллектуальных технологий в event-индустрию не только актуальной, но и перспективной [1].

В докладе рассматриваются современные алгоритмы интеллектуальной поддержки мероприятий, а также ключевые направления их улучшения [2, 3].

Существует несколько направлений, которые позволяют развивать алгоритмы интеллектуальной автоматизации event-менеджмента.

Прогнозная аналитика. Интеграция моделей временных рядов (ARIMA, Prophet) и регрессионных алгоритмов для прогнозирования количества участников, пиковых

нагрузок на цифровые платформы и оптимального объёма ресурсов, что позволяет снижать бюджетные перерасходы.

Подходы с вмешательством человека. Организаторы могут предоставлять контекстные подсказки, такие как выделение приоритетных сессий или целевых групп участников, что ускоряет настройку рекомендательных систем и повышает качество персонализации.

Интеграция с компьютерным зрением и NLP. Одновременный анализ эмоций аудитории по видео и тональности текстовых отзывов позволяет корректировать ход мероприятия в реальном времени и формировать содержательные отчёты.

Генеративный ИИ. Использование диффузионных моделей для создания визуальных концепций, элементов брендинга, дизайна площадки и генерации идей интерактивных активностей.

Обучение на малых данных. Модель должна адаптироваться к новым типам мероприятий без необходимости повторного обучения на больших исторических данных.

Оптимизация вычислительных затрат. Современные нейросети требуют значительных ресурсов, что ограничивает их применение малыми event-агентствами.

Библиографический список

1. Андрейчиков, А. В. Интеллектуальные информационные системы и методы искусственного интеллекта: учебник / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – Москва: ИНФРА-М, 2024. – 530 с. – (Высшее образование: Магистратура). – ISBN 978-5-16-014883-0. – DOI 10.12737/1009595.

2. Румянцев, Д. Event-маркетинг. Все об организации и продвижении событий / Д. Румянцев, Н. Франкель. – Санкт-Петербург: Питер, 2019. – 256 с. – ISBN 978-5-4461-1197-7.

3. Дейвенпорт, Т. Внедрение искусственного интеллекта в бизнес-практику: преимущества и сложности: учебник / Т. Дейвенпорт; пер. с англ. З. Мамедьянова. – Москва: Сбербанк, 2019. – 250 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЙ ДЛЯ СПОРТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Д.А. Субботин

Научный руководитель — Саблина В.А., канд. техн. наук, доцент

Современные спортивные комплексы всё чаще внедряют носимые датчики и платформы для сбора физиологических данных, однако отсутствие единой подсистемы анализа движений делает оценку тренировочного процесса субъективной и разрозненной. Рынок спортивных услуг предъявляет повышенные требования к персонализации тренировок и оперативности предоставления результатов, что делает автоматизацию анализа движений актуальной задачей.

В ходе исследования выполнен анализ существующих решений и бизнес-процессов спортивных комплексов. Проведено бизнес-моделирование, построена контекстная диаграмма, спроектирована архитектура подсистемы, включающая сбор данных с носимых устройств, автоматическую агрегацию, генерацию отчётов и рекомендаций.

В настоящее время на рынке представлен широкий спектр систем — от высокоточных оптических лабораторных комплексов до доступных мобильных приложений для видеоанализа.

Dartfish — система видеоанализа, позволяющая анализировать тактику, технику и статистику спортсменов с помощью обратной визуальной связи. *Преимущества*: простота использования, мобильность. *Недостатки*: субъективность анализа, отсутствие автоматизированных метрик, зависимость от квалификации оператора [1].

Hudl Technique (ранее Ubersense) — мобильное приложение для покадрового анализа движений. *Преимущества*: низкий порог входа, доступность. *Недостатки*: минимальная автоматизация, ручная разметка кадров [2].

Coach's Eye — приложение, предоставляющее инструменты для замедленного воспроизведения и аннотации видео. Преимущества: возможность покадрового воспроизведения, специальные инструменты для измерения углов наклона тела. *Недостатки*: отсутствие интеграции с носимыми датчиками, субъективность выводов [3].

Большинство существующих решений обладают либо избыточной стоимостью и сложностью, либо недостаточной автоматизацией и отсутствием интеграции с бизнес-процессами спортивных комплексов, поэтому возникает необходимость в проектировании и разработке собственной информационной подсистемы на основе современных технологий анализа движений.

В результате сочетание современных технологий анализа движений и автоматизированной обработки данных позволит значительно сократить время обработки информации, перейти от субъективной оценки к объективному цифровому контролю, повысить качество тренировок и усилить конкурентные преимущества спортивного комплекса.

Библиографический список

1. An Overview of Dartfish, a powerful videoanalysis software [Электронный ресурс]. – URL: https://www.sportperformanceanalysis.com/article/overview-dartfish-videoanalysis (дата обращения: 23.04.2026).

2. Мобильное приложение Hudl Technique 1.3 [Электронный ресурс]. – URL: https://hudl-technique.soft112.com/ (дата обращения: 23.04.2026).

3. Видеоплатформа Coach's Eye [Электронный ресурс]. – URL: https://coach-s-eye.en.aptoide.com/app (дата обращения: 23.04.2026).

СЕКЦИЯ «АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЛАБОРВИДЯЩИХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

П.Л. Андреев
Научный руководитель – Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

По данным Всемирной организации здравоохранения, более 295 миллионов человек в мире имеют нарушения зрения, что делает задачу разработки эффективных ассистивных технологий критически важной. Традиционные средства навигации, такие как тактильные трости, не способны в полной мере обеспечить защиту от динамических препятствий и анализ сложной городской среды. В то же время стремительный рост вычислительных мощностей мобильных устройств и развитие методов компьютерного зрения открывают новые возможности для создания интеллектуальных систем помощи.

Целью данной работы является разработка мобильного приложения для слабовидящих пользователей, обеспечивающего безопасную навигацию за счет анализа окружающей обстановки в реальном времени. Приложение преобразует визуальные данные с камеры смартфона в голосовые предупреждения о препятствиях и навигационные подсказки.

В докладе рассматриваются архитектура разработанной системы и ключевые технологические решения, позволившие достичь требуемой точности и производительности на мобильных платформах.

В рамках исследования предложен ансамблевый подход к анализу дорожной сцены, основанный на совместном использовании нескольких моделей компьютерного зрения, что позволяет сформировать метрическую карту пространства для безопасного передвижения. Можно выделить следующие ключевые аспекты разработанной системы.

Совместное использование моделей обнаружения, сегментации и оценки глубины. Предложенный подход объединяет результаты работы нейронных сетей для получения комплексного описания сцены. Это позволяет не просто идентифицировать объект (например, автомобиль или столб), но и определить его точные границы и расстояние до него, что является критически важным для предотвращения столкновений.

Оптимизация вычислительных затрат для мобильных устройств. Современные нейросетевые модели требовательны к ресурсам. В работе выполнена адаптация и квантификация моделей компьютерного зрения для обеспечения их стабильной работы в реальном времени на центральных и графических процессорах мобильных устройств в условиях ограниченного энергопотребления.

Структурирование данных и генерация предупреждений. Результаты анализа сцены конвертируются в стандартизированный формат (JSON), содержащий семантическую и пространственную информацию об окружении. На основе этих данных с помощью легковесных языковых моделей формируются четкие и информативные голосовые подсказки, готовые к озвучиванию через интерфейс приложения.

Разработанный прототип демонстрирует возможность интеграции технологий искусственного интеллекта в повседневные мобильные устройства, повышая автономность и безопасность передвижения людей с ограничениями по зрению.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МАГАЗИНА

И.А. Коблов
Научный руководитель –Баранчиков А.И., д-р техн. наук, профессор

В докладе рассматриваются вопросы проектирования системы поддержки принятия решений для компьютерного магазина. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения обоснованности управленческих решений в условиях широкого ассортимента товаров, колебаний спроса, быстрого морального устаревания компьютерной техники, ценовой конкуренции и ограниченности складских запасов. В таких условиях традиционные интуитивные подходы к управлению ассортиментом и закупками оказываются недостаточно эффективными, что повышает значимость интеллектуальных инструментов анализа данных и поддержки выбора [2].

Рассмотрены особенности работы компьютерного магазина, включая анализ продаж, товарных остатков, поставок, ценовых предложений и потребительских предпочтений. Основное внимание уделено задаче формирования рекомендаций для менеджера при принятии решений о пополнении запасов, корректировке ассортимента, выборе поставщиков и проведении маркетинговых акций. Существенное значение имеет возможность оперативного пересчета рекомендаций при изменении внешних условий, поступлении новых данных и отклонении фактических продаж от ожидаемых значений.

Описаны возможности применения методов поддержки принятия решений для решения задач управления компьютерным магазином. Система поддержки принятия решений позволяет учитывать многокритериальный характер задачи, включая уровень спроса, маржинальность товаров, надежность поставщиков, скорость оборачиваемости запасов и риск дефицита либо затоваривания [1]. Особое значение имеет использование аналитических моделей, правил оценки альтернатив и механизмов сценарного анализа, обеспечивающих выбор наиболее рациональных управленческих действий. Такой подход позволяет повысить обоснованность решений и адаптировать работу магазина к динамике рынка [1, 2].

Практическая значимость работы связана с рассмотрением системы поддержки принятия решений как элемента интегрированного информационного контура магазина. Результаты анализа продаж и складских остатков предлагается использовать для автоматизированной выработки рекомендаций по закупкам, перераспределению товарных запасов, обновлению ассортимента и корректировке ценовой политики. Такой подход способствует более рациональному использованию оборотных средств, снижению вероятности дефицита востребованных позиций, уменьшению избыточных запасов и повышению качества обслуживания покупателей [2].

Проведенное исследование показывает перспективность дальнейшего развития системы поддержки принятия решений для повышения эффективности управления компьютерным магазином [1, 2].

Библиографический список

1. Power D. J. Decision Support, Analytics, and Business Intelligence. 3rd ed. New York: Business Expert Press, 2014.

2. Turban E., Sharda R., Delen D. Decision Support and Business Intelligence Systems. 10th ed. Boston: Pearson, 2011.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА НИЗКОРАНГОВОЙ АДАПТАЦИИ ДИФФУЗИОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

М.А. Кокшаров

Научный руководитель – Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается проблема подготовки разнообразных обучающих данных для дообучения диффузионных моделей с использованием LoRA (Low-Rank Adaptation) [1]. Качество LoRA-адаптера критически зависит от объема и разнообразия обучающего датасета, однако на практике для большинства задач доступны лишь единичные референсные изображения целевого персонажа или объекта. Классические методы аугментации (повороты, сдвиги, изменение яркости) не меняют семантического содержания изображений и не решают проблему разнообразия поз, ракурсов и фонов.

В докладе рассматривается автоматизированный подход на базе среды ComfyUI, позволяющий по одному референсному изображению генерировать синтетический датасет из заданного количества вариативных примеров. Процесс обработки включает блок удаления фона для выделения целевого объекта из исходного изображения с использованием нейросети U2-Net, блок генерации текстовых описаний на основе визуально-языковой модели QwenVL и блок семантического переноса идентичности на основе технологии RedUX [2].

Ключевая идея заключается в смешивании двух типов управляющих сигналов в процессе диффузии. Текстовый сигнал, формируемый из описания персонажа и случайных модификаторов окружения, отвечает за то, что именно генерируется (поза, фон, освещение). Визуальный сигнал, извлекаемый из источника при использовании технологии RedUX с наложением маски целевого объекта, отвечает за то, как должен выглядеть персонаж (форма, цвет, характерные детали). Параметрическая настройка узлов позволяет регулировать баланс между двумя сигналами: чем выше значение, тем слабее привязка к оригиналу, что обеспечивает большее разнообразие генерируемых изображений.

Экспериментально подтверждено, что использование маски исходного объекта критически важно для предотвращения переноса фоновых элементов оригинального изображения. Сформированные таким образом наборы данных демонстрируют высокую степень разнообразия поз, ракурсов, фонов и освещения при сохранении ключевых идентифицирующих признаков персонажа.

Разработанный подход позволяет автоматизировать подготовку данных для дообучения генеративных моделей, что имеет практическую значимость для задач персонализации в дизайне, медиаиндустрии и цифровом искусстве.

Библиографический список

1. Кто же такая это ваша LoRA [Электронный ресурс]. – URL: https://habr.com/ru/articles /747534/ (дата обращения: 05.02.2026).

2. Flux Redux Complete Guide: Image Conditioning and Style Transfer 2025 [Электронный ресурс]. – URL: https://apatero.com/blog/flux-redux-image-conditioning-complete-guide-2025/ (дата обращения: 15.03.2026).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ВЫБОР МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЧИСЛОВОЙ ОЦЕНКИ КРЕДИТНОГО РЕЙТИНГА С ДАННЫМИ, АККУМУЛИРУЕМЫХ В СИСТЕМЕ 1С.

Ю.А. Маркина

Научный руководитель – Степанов М.А., канд. техн. наук, доцент

Числовая оценка кредитного рейтинга физических лиц является важной задачей для банков и финансовых организаций. Традиционные статистические методы, такие как логистическая регрессия и дискриминантный анализ, основаны на предположении о линейности взаимосвязей, что ограничивает их применимость в условиях роста объёма и разнообразия финансовых данных. В данной работе рассматриваются методы машинного обучения, позволяющие учитывать сложные нелинейные зависимости между признаками, автоматически выявлять значимые факторы и обеспечивать высокую обобщающую способность моделей.

В докладе представлены результаты сравнительного анализа четырёх методов машинного обучения (дерево решений, метод k-ближайших соседей, случайный лес, бустинг) для задачи числовой оценки кредитного рейтинга на основе реальных данных, а также описан механизм интеграции выбранной модели с платформой «1С:Предприятие» [1,2,3].

По результатам сравнительного анализа наилучшие показатели продемонстрировал метод случайного леса, существенно превосходя метод ближайших соседей и одиночное дерево решений. Алгоритм случайного леса обеспечивает минимальный процент критически опасных ошибок, когда заёмщик с низкой платёжеспособностью ошибочно получает высокий кредитный рейтинг.

Предложена архитектура интеграции обученной модели машинного обучения с платформой «1С:Предприятие» через REST API с использованием веб-сервиса на фреймворке FAST API, позволяющая собирать необходимые данные о выбранном заемщике и передавать их из системы 1С во внешнюю модель, получая обработанные данные для последующего автоматического расчёта кредитного рейтинга в среде 1С по нажатию одной кнопки на форме.

Предложенные решения могут быть масштабированы для других задач финансового анализа (оценка надёжности контрагентов, прогнозирование дефолтов) на предприятиях, использующих «1С:Предприятие». Дальнейшее развитие работы может включать применение методов глубокого обучения, учёт макроэкономических факторов и оптимизацию вычислительных затрат для работы в реальном времени.

Библиографический список

1. Дмитриев, А.В., Соколов, В.П. Сравнительный анализ методов машинного обучения для задач классификации: логистическая регрессия, деревья решений, случайный лес и градиентный бустинг // Информационные технологии. — 2020. — №7. — С. 22—34.

2. Козырев, А.Н., Соколова, Л.А. Модели машинного обучения в задачах кредитного скоринга: сравнительный анализ точности и интерпретируемости // Финансы и кредит. — 2021. — №4. — С. 32—47.

3. Кравцов, В.А. Интеграция системы «1С:Предприятие» в корпоративные информационные системы // Управленческий учет и анализ. — 2021. — №5. — С. 66—74.

ПРОТОТИП ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДАЖАМИ ТОПЛИВА НА АЗС: ОТ АНАЛИЗА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ К ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЕ

М.О. Мурашов

Научный руководитель – Муратов Е.Р., канд. техн. наук, доцент

В докладе представлены результаты четырёхсеместрового исследования, посвящённого разработке и апробации прототипа информационной системы (ИС) управления продажами топлива на АЗС. Актуальность работы связана с тем, что большинство отечественных станций по-прежнему используют разрозненные и частично ручные системы учёта, что вызывает задержки отчётности, расхождения данных и отсутствие инструментов прогнозирования [1, 2].

На первом этапе проведён анализ бизнес-процессов АЗС: выявлены проблемы — неравномерная загрузка ТРК (до 30 % простоя), неэффективное планирование персонала и фрагментация данных. Рассмотрены методы оптимизации: Lean-технологии, аналитика реального времени, IoT-датчики [2].

Второй этап включал анализ существующих решений (1С:АЗС, Штрих-М, SCADA, open-source). Составлена сравнительная таблица по функциональности, стоимости и гибкости. Определён стек: реляционная СУБД, backend на Go, BI-дашборды [3].

На третьем этапе спроектирована модульная архитектура ИС (сбор данных, ETL, аналитика, визуализация). Анализ временных рядов выявил сезонность спроса: пики продаж в марте — мае и сентябре — октябре, внутрисуточные пики 07:00–09:00 и 17:00–19:00, корреляцию с ценой топлива и температурой [1].

На четвёртом этапе реализован прототип. ETL-конвейер объединяет данные ТРК, POS-систем и датчиков, выполняя очистку и загрузку в реляционное хранилище (полнота — 96 %, ошибки <2 %). Для оператора, менеджера и руководства созданы дашборды с гибкими отчётами.

Тесты подтвердили эффективность: время подготовки отчётности сократилось на 23 %, расхождения — на 31 %, точность прогноза спроса выросла на 18 %; задержка обновления дашбордов <5 с [3].

Вывод: прототип доказал жизнеспособность архитектуры и показал снижение операционных потерь при переходе к единой цифровой платформе. Направления

развития — внедрение нейросетевых моделей (LSTM, XGBoost), IoT-интеграция (MQTT/OPC-UA), ролевая модель доступа (RBAC) и масштабирование на сеть станций.

Библиографический список

1. Тихонов А.В., Ершова Н.С. Анализ временных рядов продаж топлива на АЗС: методы и прикладные аспекты // Информационные системы и технологии. – 2024. – № 2. – С. 34–41.

2. Лебедева О.А. Применение методов бережливого производства (Lean) в управлении АЗС // Логистика и управление цепями поставок. – 2022. – № 3. – С. 67–74.

3. Козлов Е.Н., Михайлова Т.П. Оптимизация работы АЗС на основе анализа больших данных // Экономика и управление в топливно-энергетическом комплексе. – 2023. – № 4. – С. 45–52.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОИМОСТИ НЕДВИЖИМОГО ИМУЩЕСТВА: СБОР, ОБОГАЩЕНИЕ И ПОДГОТОВКА ДАННЫХ

С.В. Болдачева

Научный руководитель – Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются вопросы формирования качественного датасета для прогнозирования стоимости недвижимости с учётом пространственных факторов. Точность нейросетевых моделей критически зависит от полноты и репрезентативности данных, а пространственные признаки (удалённость от метро, парков, социальной инфраструктуры), являющиеся ключевыми ценообразующими факторами, как правило, отсутствуют в открытых источниках в явном виде. Это требует разработки специализированных инструментов для их сбора и вычисления на основе географических координат [1].

В качестве источника данных выбран сервис ЦИАН (г. Санкт-Петербург). Для автоматизированного сбора разработан парсер на Python (библиотеки Requests, BeautifulSoup), поддерживающий постраничный обход каталога, повторные запросы при сетевых ошибках, сохранение промежуточных результатов и возможность возобновления сбора при прерывании. Всего собрано 20 991 объявление, содержащее структурированную информацию: цену (целевая переменная), общую, жилую площадь и площадь кухни, этаж и этажность дома, год ввода в эксплуатацию, тип дома, количество комнат, адресные данные. Обогащение данных выполнено в два этапа. На первом этапе рассчитано расстояние до центра Санкт-Петербурга (Дворцовая площадь) с использованием формулы Гаверсинуса. На втором этапе на основе открытой базы геоданных OpenStreetMap с применением библиотеки Osmium извлечены объекты инфраструктуры: станции метро, парки, водоёмы, школы, детские сады, медицинские учреждения. С использованием структуры данных BallTree из библиотеки scikit-learn для каждого объекта недвижимости вычислены расстояния до ближайшего парка и водоёма, а также количество школ, детских садов и медицинских учреждений в радиусе 1 км. Такой подход обеспечивает

вычислительную эффективность (сложность O(N log M) на запрос) при обработке десятков тысяч объявлений и сотен тысяч объектов инфраструктуры.

Первичный анализ собранных данных выявил выраженную правостороннюю асимметрию целевой переменной (средняя цена 68,5 млн руб. при медиане 16,8 млн руб.), аномально высокую корреляцию общей площади и цены (0,955), а также значительное количество выбросов (максимальная цена 2,86 млрд руб., максимальная площадь 1001 м²). На основе метода межквартального размаха (IQR) и экспертных оценок разработаны критерии фильтрации: цена от 1 до 100 млн руб., общая площадь от 18 до 200 м², количество комнат от 1 до 7. После последовательной фильтрации итоговый датасет составил 17 311 записей (удалено 17,5% аномалий). При этом объекты с годом постройки до 1917 года (исторические здания) и после 2025 года (новостройки с будущей сдачей) сохранены как реальные сегменты рынка, для них созданы бинарные признаки is_historical и is_future. Пропуски в признаке расстояния до метро (искусственная метка -1) заменены на 5000 м, что соответствует удалённости, превышающей радиус пешей доступности. Повторный корреляционный анализ после очистки подтвердил корректность обработки: корреляция общей площади и цены снизилась до 0,741, влияние расстояния до центра усилилось (с -0,153 до -0,457), а признак количества школ в радиусе 1 км сменил знак с отрицательного на положительный (0,272), что соответствует экономическому смыслу. Категориальные признаки (район, тип дома, тип отделки) закодированы методами One-hot encoding (17 бинарных признаков для районов) и Label encoding, числовые признаки стандартизированы (Z-нормализация). Итоговая матрица признаков имеет размерность (17 311, 39) и полностью подготовлена для обучения нейросетевых архитектур.

1. Yasnitsky L.N., Yasnitsky V.L., Alekseev A.O. The Complex Neural Network Model for Mass Appraisal and Scenario Forecasting of the Urban Real Estate Market Value That Adapts Itself to Space and Time // Complexity. – 2021. – Vol. 2021, Issue 1.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАРКИРОВКИ ТОВАРОВ

В.В. Воробьев
Научный руководитель – Муратов Е.Р., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются вопросы проектирования системы маркировки товаров, предназначенной для автоматизации процессов идентификации и отслеживания продукции на всех этапах цепочки поставок. Актуальность темы обусловлена ужесточением требований законодательства Российской Федерации в области борьбы с контрафактной продукцией (система «Честный ЗНАК», ФЗ-371), необходимостью повышения прозрачности логистических операций и оптимизации складского учёта. В таких условиях традиционные подходы к маркировке, основанные на ручном вводе данных и использовании устаревших форматов кодов, демонстрируют снижение эффективности, что повышает интерес к автоматизированным решениям на основе технологий компьютерного зрения [1, 2].

Рассмотрены особенности проектирования системы маркировки, включая анализ типов кодов (DataMatrix, QR, штрих-коды), требований к оборудованию для считывания и условий эксплуатации (освещение, ракурс, состояние упаковки).

Основное внимание уделено архитектуре программного комплекса, обеспечивающего полный цикл обработки: от захвата изображения до передачи декодированных данных в корпоративные информационные системы [1].

Описаны возможности применения нейросетевых методов для локализации и распознавания кодов маркировки. Использование архитектур глубокого обучения (YOLO, U-Net) позволяет эффективно обнаруживать коды на изображениях со сложным фоном, при частичных повреждениях и в условиях неравномерного освещения. Особое значение имеет гибридная схема обработки, сочетающая быструю преддетекцию на основе морфологических операций и точную нейросетевую локализацию, что обеспечивает баланс между скоростью и качеством распознавания [2, 3].

Практическая значимость работы связана с рассмотрением системы маркировки как элемента интегрированного производственного и логистического контура. Предлагается использовать унифицированный API-шлюз для обмена данными между системой маркировки, ERP/WMS и государственными системами мониторинга. Такой подход позволяет автоматизировать процессы приёмки, отгрузки и инвентаризации товаров, снизить долю ручных операций и повысить достоверность учётных данных [1, 3].

Проведённое исследование показывает перспективность дальнейшего развития систем маркировки товаров, включая улучшение алгоритмов распознавания кодов на прозрачных и глянцевых поверхностях, оптимизацию нейросетевых моделей для работы на edge-устройствах и интеграцию с модулями аналитики для выявления аномалий в цепочках поставок [2].

Библиографический список

1. Zhang R., Isola P., Efros A.A. Colorful Image Colorization // Computer Vision – ECCV 2016. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 9907. Springer, Cham, 2016. P. 649–666.

2. Iizuka S., Simo-Serra E., Ishikawa H. Let there be Color!: Joint End-to-end Learning of Global and Local Image Priors for Automatic Image Colorization with Simultaneous Classification // ACM Transactions on Graphics (TOG). 2016. Vol. 35, no. 4. Article no. 110. P. 1–11.

3. Antic J. DeOldify: A deep learning based project for colorizing and restoring old images. GitHub, 2018. URL: https://github.com/jantic/DeOldify (дата обращения: 10.03.2026).

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНО КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В.М. Зайцева

Научный руководитель — Хруничев Р.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются вопросы организации эффективного календарного планирования на производственных предприятиях с единичным и мелкосерийным типом производства на примере ООО «Технолит» (производитель насосного оборудования). Актуальность темы обусловлена хроническими срывами сроков заказов (20–40%), длительным временем перепланирования (6–8 часов), низкой

прозрачностью загрузки оборудования и высоким уровнем незавершённого производства. Традиционные инструменты (Excel, 1С:УПП, бумажные журналы) не учитывают сетевые зависимости и не позволяют оперативно реагировать на изменения, что снижает конкурентоспособность предприятия [2].

Выполнен анализ теоретических основ календарного планирования. Сравнение классов систем ERP, MES и APS по критериям применимости показало, что только APS способна строить детальное пооперационное расписание с учётом сетевых зависимостей (CPM/PERT), проводить сценарный анализ (What-If) и моделировать уникальные ограничения (оборудование, квалификация, оснастка). Для предприятий с единичным и мелкосерийным производством внедрение APS является теоретически обоснованным выбором [1, 2].

Проведена диагностика текущего состояния календарного планирования в ООО «Технолит». Выявлены ключевые недостатки: отсутствие автоматического учёта логических связей между операциями, ручное перепланирование, суточная задержка данных о ходе работ, низкая достоверность информации. Установлено, что доля заказов, выполненных в срок, составляет 65% при целевом значении ≥90%, а время перепланирования достигает 8 часов [2].

На основе сравнительного анализа доступных APS-решений обоснован выбор отечественной системы «Лоция: Планирование производственных мощностей» как наиболее сбалансированной для условий предприятия. Система ориентирована на проектное и единичное производство, имеет готовый коннектор к 1С и соответствует требованиям импортозамещения [2].

Разработаны практические рекомендации по организации календарного планирования, включающие: поэтапный план внедрения на основе стандартов ISA-95 [1], PMBOK и модели управления изменениями ADKAR (предпроектное обследование – 1 мес., пилот – 2–3 мес., масштабирование – 3–4 мес.); формирование проектной команды и регламентов; методику уточнения нормативов и структурирования информации о ресурсах; архитектуру интеграции с 1С и MES; систему ключевых показателей эффективности (KPI) и управление рисками [1, 2].

Выполнена прогнозная оценка эффективности внедрения. Прогнозные расчёты показывают: рост доли заказов, выполненных в срок, с 65% до 88–90%; сокращение времени перепланирования с 7,2 часа до 1,5 часа; снижение объёма незавершённого производства на 25%; повышение коэффициента общей эффективности оборудования (OEE) на 14 процентных пунктов. Годовой экономический эффект составит 4 035 тыс. руб., простой срок окупаемости – 15 месяцев. Проект экономически обоснован и может быть рекомендован к реализации [2].

Практическая значимость работы заключается в разработке тиражируемой методики организации календарного планирования для предприятий машиностроительной отрасли, сталкивающихся с нестабильностью планирования и срывами сроков. Результаты исследования могут быть использованы для повышения обоснованности управленческих решений, сокращения издержек и создания основы для цифрового развития производства [1, 2].

Библиографический список

1. ГОСТ Р МЭК 62264-1-2014. Интеграция систем управления предприятием. Часть 1. Модели и терминология. – М. : Стандартинформ, 2014.

2. Соломенцев Ю.М., Загидуллин Р.Р., Фролов Е.Б. Планирование в современных системах управления производством // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2010.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА КРУПНЫХ ЖИВОТНЫХ В ПАРКЕ

Т.Р. Тагне
Научный руководитель – Клейносова Н.П., канд. пед. наук, доцент

Наблюдение за дикими животными сегодня является неотъемлемым условием сохранения биологического разнообразия. Многие виды крупных млекопитающих находятся под угрозой исчезновения вследствие интенсивного браконьерства, нарастающих конфликтов с людьми и постепенного разрушения естественной среды обитания. Несмотря на принятые меры по охране животных, они по-прежнему сложны в реализации в масштабах больших территорий и недостаточно оперативны перед лицом угроз в режиме реального времени. Эти ограничения обусловливают необходимость применения современных технологий автоматизированного сбора и анализа данных [1, 2].

Данная база данных позволит централизованно собирать, хранить и анализировать информацию из нескольких источников наблюдения: GPS-, датчиков, камер видеонаблюдения, фотоловушек и дронов. Эти устройства непрерывно генерируют значительные объёмы разнородных данных — временны́х, биологических и метеорологических, — которые требуют чёткой и согласованной архитектуры для их полноценного использования сотрудниками парка.

Предлагаемая база данных включает 21 таблицу, организованную в 4 взаимозависимые логические группы. Первая группа содержит независимые справочные данные: виды животных, географические зоны парка, типы устройств. Вторая группа описывает основные объекты: в частности, таблица animals идентифицирует каждую особь по полу, дате рождения и уникальному коду. Третья группа фиксирует динамические данные наблюдений — перемещения по GPS, состояние здоровья, метеорологические условия, — что позволяет анализировать поведение животных в их природном контексте. Четвёртая группа регистрирует события на местности: кормление, водопой, инциденты браконьерства и наблюдения персонала.

Анализ собранных данных составляет подлинное ядро системы. Он позволит рассчитывать расстояния, пройденные каждым животным, оценивать количество потреблённой пищи и воды, а сопоставление этих сведений с историей перемещений, показателями здоровья и условиями окружающей среды даёт возможность выявлять поведенческие закономерности, характерные для каждой особи, и обнаруживать любые существенные отклонения. Подобные сигналы, интерпретируемые в контексте, позволяют не только реагировать на тревожные ситуации, но и, в определённой мере, предупреждать риски до того, как они проявятся.

Система базируется на PostgreSQL, обеспечивая ссылочную целостность, высокую производительность при работе с большими объёмами данных и масштабируемость. В перспективе объединение нескольких парков, использующих

единую схему базы данных, позволит обмениваться данными в международном масштабе и обеспечивать исследования в области поведенческой экологии и биологии охраны природы. Таким образом, данная база данных представляет собой не только оперативный инструмент защиты видов, но и устойчивую, развивающуюся научную инфраструктуру для сохранения биоразнообразия в долгосрочной перспективе

Библиографический список

1. Абдрахманов, В, Х, Важдаев, К, В и Салихов, Р, Б. 12, 2016 г., Электротехнические и информационные комплексы и системы., Т. 3, стр. 91-99

2. Израэль, Ю, А. Экология и контроль состояния природной среды. б.м. : Гидрометеоиздат, 2014. стр. 560

УПРАВЛЕНИЕ МАРКЕТИНГОВЫМИ КАМПАНИЯМИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПОЖИЗНЕННОЙ ЦЕННОСТИ КЛИЕНТА (LTV) В КОНТУРЕ CDP-ПЛАТФОРМЫ

Л.В. Ханджян

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Доклад посвящён исследованию технологических возможностей Customer Data Platform (CDP) и разработке практической методики расчёта пожизненной ценности клиента (Lifetime Value, LTV) для оптимизации маркетинговых инвестиций в условиях цифровой трансформации экономики [1].

Актуальность исследования обусловлена стремительным развитием цифровых технологий, ростом объёмов клиентских данных и усложнением многоканального взаимодействия бизнеса с потребителями. Традиционные инструменты анализа и метрики эффективности (конверсия, ROMI по первой транзакции) перестают справляться с задачей извлечения ценности из разрозненных данных, что приводит к неоптимальному распределению маркетинговых бюджетов. В работе проведён детальный анализ современных CDP-платформ, включающий исследование методов сбора данных из разнородных источников, технологий их обработки и унификации, а также инструментов анализа для сегментации клиентской базы и персонализации коммуникаций. Особое внимание уделено RFM-анализу как одному из наиболее эффективных подходов к поведенческой сегментации клиентов [2].

Предложена LTV-ориентированная стратегия управления маркетинговыми инвестициями, базирующаяся на данных, консолидированных в CDP-платформе. Разработанная методика позволяет компаниям перейти от оценки эффективности отдельных кампаний к управлению долгосрочной ценностью клиентского портфеля [3].

Проведена экспериментальная верификация предложенной методики на основе данных коммерческого предприятия с использованием CDP-платформы. Результаты эксперимента подтвердили высокую поляризацию клиентской базы: небольшая часть клиентов генерирует основную долю выручки, тогда как значительная доля клиентов приносит минимальный вклад.

Практическая значимость работы заключается в создании воспроизводимой методики оценки экономической эффективности маркетинговых инвестиций. Результаты исследования обеспечивают переход от транзакционного к LTV-

ориентированному управлению клиентским портфелем, что является одним из ключевых факторов повышения конкурентоспособности в современных условиях цифровой экономики.

Библиографический список

1. Возиянов, Д. Э. Цифровой маркетинг: анализ особенностей, инструментов и проблем его реализации в ритейле цифровой эпохи / Д. Э. Возиянов // Сборник научных работ серии "Экономика". – 2022. – № 25. – С. 36-47. – DOI 10.5281/zenodo.6467193. – EDN HWRWAT.

2. Кюркчу, Ю. Инструментарий анализа данных о клиентах / Ю. Кюркчу // E-Scio. – 2020. – № 4(43). – С. 576-580. – EDN EWSSZC.

3. Моламусов, З. Х. Маркетинг и логистика в современных условиях цифровой трансформации бизнес-моделей / З. Х. Моламусов, М. А. Дубинина, Г. Г. Санников // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 8, № 11(164). – С. 217-226. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2025.11.08.028. – EDN DJRJDF.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРАКТИВНОГО МОНИТОРИНГА В СФЕРЕ АВТОЛИЗИНГА: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ

Е.С.Исаева

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Автолизинг является одним из наиболее динамично развивающихся сегментов финансового рынка России. Специфика лизингового бизнеса заключается в необходимости управления физическим активом на протяжении всего срока договора — от момента передачи автомобиля клиенту до его возврата и последующей реализации на вторичном рынке [1]. При этом финансовый результат лизинговой компании напрямую зависит от пробега техники, стоимости её обслуживания, а также от способности своевременно выявлять риски невозврата активов и мошенничества.

Предметная область охватывает процессы управления лизинговым автопарком на всех этапах жизненного цикла актива. Ключевыми вызовами для лизинговых компаний являются: контроль местоположения и состояния, оценка поведения водителя, прогнозирование рисков, борьба с мошенничеством.

Для решения этих задач лизинговые компании внедряют телематические системы, которые собирают данные с автомобилей через GPS/ГЛОНАСС-трекеры, датчики OBD2/CAN-шины, а также видеорегистраторы с функциями компьютерного зрения. Также постепенно внедряетя предикативная аналитика, которая включает сбор данных, исследовательский анализ и предиктивное моделирование [2]. Проактивный мониторинг технического состояния позволяет предотвращать серьезные поломки, сокращая время простоя техники.

По данным отраслевых исследований, лизинговые компании, внедрившие ИИ-модули, фиксируют снижение страховых выплат по спорным случаям на 30–50% уже в первый год эксплуатации. Также наблюдается дефицит готовых комплексных решений для полного цикла управления транспортным лизингом. Специалисты отмечают разрозненность программного обеспечения и низкое качество исходных

данных, что вынуждает многих участников рынка самостоятельно разрабатывать программные продукты или адаптировать универсальные платформы.

В рамках данной работы предлагается концепция приложения для сотрудников лизинговой компании, которое объединяет три ключевых блока: телематику и сбор данных, ИИ-предиктивную аналитику и безопасность с мониторингом. Приложение позволит обеспечить контроль парка в реальном времени, составить прогноз дефолтов, остаточной стоимости и износа компонентов, а также обеспечит удалённую блокировку двигателя и детекцию аномалий (ночные поездки, пересечение границ, резкие ускорения).

Библиографический список

1. МТС Редспот. Лизинг: что это такое и чем отличается от кредита [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: https://media.mts.ru/business/205556-chto-takoe-leasing (дата обращения: 10.04.2026)

2. Архитектура модуля прогнозирования в информационно-аналитической системе социологических исследований // Кузнецов А.М. // Вестник Рязанского радиотехнического университета. 2024. №90. С.77-90.

СИСТЕМА РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

А.А. Чуприна

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Энергетическая инфраструктура является основой современной экономики, а ее надежность — критическим фактором национальной безопасности. Однако значительная часть энергооборудования (силовые трансформаторы, турбины, генераторы) эксплуатируется на пределе или за пределами проектного ресурса, что увеличивает вероятность внезапных отказов. Традиционные системы защиты и автоматики срабатывают в момент возникновения аварии, не предотвращая ее, а лишь локализуя последствия. Существующие подходы к техническому обслуживанию, основанные на регламентных интервалах (планово-предупредительный ремонт), зачастую неэффективны: они могут не выявить развивающийся дефект или, наоборот, привести к избыточным затратам на обслуживание исправного оборудования.

В этой связи актуальной задачей становится разработка и внедрение систем нового поколения, способных не реагировать на уже случившуюся аварию, а предсказывать ее вероятность за значительное время до ее наступления с помощью анализа временных рядов [1], машинного обучения, статистических моделей и системы поддержки принятия решений [2], [3]. Такой предиктивный подход, основанный на непрерывном мониторинге и анализе данных, позволяет перейти от стратегии «ремонт по факту отказа» к стратегии «обслуживание по фактическому состоянию», что кардинально повышает надежность и экономическую эффективность энергетических активов.

Проектируемая система раннего предупреждения представляет собой многоуровневый программно-аппаратный комплекс, ключевым принципом работы которого является анализ временных рядов [1] — последовательностей данных,

полученных с датчиков оборудования с заданной дискретностью. Такой комплекс предполагает построение по модульному принципу с использованием микросервисной архитектуры. Фундаментальной особенностью системы является ее способность обрабатывать и анализировать многомерные временные ряды данных телеметрии в режиме, близком к реальному времени.

Система раннего предупреждения является не просто инструментом мониторинга, а стратегическим активом, который обеспечивает переход к цифровой, проактивной и экономически эффективной модели управления энергетическим хозяйством. Дальнейшее развитие связано с интеграцией таких систем с цифровыми двойниками оборудования для создания комплексных самообучающихся систем управления жизненным циклом энергообъектов.

Библиографический список

1. Повышение оперативности анализа многомерных временных рядов / Кабанов А.Н., Фоломкин Д.Н. // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2020. № 71. С. 172-179.

2. Использование методов очистки данных при реинжиниринге баз данных / Баранчиков А.И., Яковлев И.И., Клюева И.А. // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2021. № 76. С. 35-41.

3. Разработка системы поддержки принятия решений на основе исследований статистических данных для диагностики заболеваний / Гладких Т.В., Коробова Л.А. // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 66-1. С. 130-138.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ПЕРЕПАДОВ ЯРКОСТЕЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

К.С. Шведов

Научный руководитель – Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

В работе представлены результаты экспериментального исследования методов выделения контуров на цифровых изображениях. Цель работы — комплексное изучение влияния алгоритмических подходов и параметров фильтрации на качество и скорость обнаружения границ перепадов яркости.

Сравнение классических операторов (Собеля, Прюитта, Лапласиана, Кэнни) проводилось на выборке из 500 изображений различного разрешения (от 640×480 до 3840×2160 пикселей) с добавлением аддитивного шума различной интенсивности. Оценивались метрики точности (IoU, F-мера относительно эталонных контуров), время обработки кадра, устойчивость к зашумлению и потребление вычислительных ресурсов. Установлено, что алгоритм Кэнни обеспечивает наивысшую точность выделения границ при высоком отношении сигнал/шум, в то время как оператор Собеля демонстрирует минимальную вычислительную сложность и может быть эффективно распараллелен.

Профилирование выполнялось средствами библиотеки Python cProfile и инструмента perf; анализировалась загрузка центрального и графического процессоров при реализации методов на CPU и GPU. Выявлены основные узкие места: избыточное копирование данных при пирамидальном сглаживании,

повторные проходы по изображению в алгоритме Кэнни при подавлении немаксимумов, а также последовательный характер вычислений градиента. Устранение перечисленных проблем (векторизация вычислений, применение сверток с разделяемыми ядрами, перенос части вычислений на GPU) позволило сократить время обработки в 4–7 раз без снижения качества выделения контуров 33.

Сделан вывод о необходимости системного подхода к выделению границ: сочетания адаптивного выбора алгоритма под условия съёмки, предварительной обработки и профилирования кода для достижения требуемого баланса между точностью и быстродействием.

Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / пер. с англ. — 4-е изд. — М.: Техносфера, 2021. — 1104 с. — ISBN 978-5-94836-511-0.

2. Иванов Д. С., Круглов А. В. Оптимизация контурного анализа изображений с использованием параллельных вычислений // Информационные технологии и вычислительные системы. — 2023. — № — С. 45–56. — DOI: 10.31857/S123456780025678-9.

ИНСТРУМЕНТАРИЙ АВТОМАТИЗАЦИИ КРОСС-ПЛАТФОРМЕННЫХ ПРОДАЖ В ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ

В.С. Гудков

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Автоматизация кросс-платформенных продаж – это совокупность программных средств, обеспечивающих централизованное управление товарами, ценами и заказами при одновременной работе на нескольких маркетплейсах. Рост многоканальной торговли делает такие инструменты обязательными для снижения издержек и повышения операционной эффективности [1].

В основе современного инструментария лежат три ключевых направления.

Унификация каталога и автоматическая адаптация данных. Единое хранилище товарной информации с механизмами нормализации характеристик позволяет автоматически приводить контент к требованиям каждой конкретной площадки, исключая ручную обработку [2].

Интеграция с API маркетплейсов. Обмен данными через программные интерфейсы обеспечивает не только выгрузку товаров, но и получение обратной связи о заказах, остатках и статусах. Устойчивость взаимодействия достигается за счёт асинхронной обработки и автоматического восстановления соединений [3].

Аналитическая подсистема. Консолидация данных о продажах со всех каналов в единых отчётах даёт возможность оперативно оценивать эффективность и принимать управленческие решение на основе сводной аналитики [4].

Таким образом, внедрение подобного инструментария позволяет масштабировать присутствие на маркетплейсах без роста операционных затрат.

Библиографический список

1. Тинькофф журнал. Обзор сервисов для работы с маркетплейсами [Электронный ресурс]. – URL: https://journal.tinkoff.ru/list/mplace-service/ (дата обращения: 04.04.2026).
2. Блог Яндекс Практикума. Продвижение на маркетплейсах: как управлять ассортиментом на разных площадках [Электронный ресурс]. – URL: https://practicum.yandex.ru/blog/prodvizhenie-na-marketpleysah/ (дата обращения: 04.04.2026).
3. Блог Яндекс Практиума. Обзор российских маркетплейсов и их возможностей для автоматизации [Электронный ресурс]. – URL: https://practicum.yandex.ru/blog/obzor-rossiiskih-marketpleysov/ (дата обращения: 03.04.2026).
4. Громов А.Ю. Лекции по дисциплине «Бизнес-анализ». – Рязань: РГРТУ, 2024.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ИНТЕРАКТИВНОЙ ПОМОЩИ НА ОСНОВЕ ЧАТ-БОТА ДЛЯ РОЗНИЧНОЙ СЕТИ

Д.Б. Виноградов
Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Современный ритейл сталкивается с запросом потребителей на мгновенный доступ к информации и персонализированный сервис. Интерактивные помощники становятся не просто инновацией, а необходимым инструментом для повышения лояльности и оптимизации бизнес-процессов [1]. В работе рассматривается подход к проектированию и разработке информационной системы интерактивной помощи для сети магазинов электроники, интегрированной с существующими информационными платформами компании (1С, CRM).

В докладе анализируются бизнес-цели, экономическая эффективность и техническая архитектура подобных решений [2]. Экономическое обоснование показало, что перевод клиентских коммуникаций в мессенджеры позволяет сократить операционные расходы на рассылки более чем на 550 000 рублей в год. Основной функционал разработанной системы включает: интеграцию с программами лояльности для проверки бонусов и истории заказов, автоматизированный сбор обратной связи с распределением по этапам воронки в CRM, а также механизм двухфакторной аутентификации для доступа к персональным данным [3].

Особое внимание уделено пользовательским сценариям, которые охватывают полный цикл взаимодействия: от первичной регистрации и начисления приветственных бонусов до связи с оператором и оставления отзыва. Микросервисная архитектура системы обеспечивает высокую масштабируемость и надежность, позволяя обрабатывать до 2000 одновременных запросов [4].

Практическая значимость работы подтверждена результатами тестирования первой версии системы, которая готова к развертыванию в розничной сети. Сделан вывод, что внедрение таких решений переходит из категории технологических экспериментов в разряд жизненно необходимых для поддержания конкурентоспособности [5].

Библиографический список

1. Глухова Т.В. Способы и средства моделирования бизнес-процессов предприятия // Мир науки и образования. 2018. № 3(15). С. 1-10.

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

3. Лекции по дисциплине «Бизнес-анализ». Рязанский государственный радиотехнический университет. Автор: Громов А.Ю. 2023.

4. Лекции по дисциплине «Моделирование бизнес-процессов». Рязанский государственный радиотехнический университет. Автор: Громов А.Ю. 2021.

5. Лекции по дисциплине «Управление ИТ-продуктами». Рязанский государственный радиотехнический университет. Автор: Дудко И.С. 2022.

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АРХИТЕКТУР СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ И СЕГМЕНТАЦИИ ДЕФЕКТОВ

А.С. Автамонов
Научный руководитель – Тарасов А.С., канд. техн. наук

Автоматизация визуального контроля востребована в промышленном производстве, медицине и строительстве. Большинство современных решений опираются на свёрточные нейронные сети (СНС), однако часто игнорируют компромисс между точностью пиксельных границ и вычислительной нагрузкой. Ключевая проблема – конфликт между требованием к детальному анализу микротрещин и ограничениями реального времени на производственных линиях. Выбор базовой архитектуры (двухэтапные детекторы, одноэтапные классификаторы или полносвёрточные сегментаторы) напрямую определяет воспроизводимость результатов на разнородных данных [1].

Современные СНС используют иерархическое извлечение признаков, где глубина сети и размер рецептивного поля влияют на чувствительность к масштабу дефекта. Идентичные архитектуры демонстрируют разную эффективность при смене домена (например, переход от металлических поверхностей к композитам) из-за различий в текстуре, освещении и уровне шума. Сравнительная характеристика U-Net, YOLOv8 и DeepLabV3+ выявляет существенные расхождения в метриках IoU и FPS, что усложняет выбор единого решения для кросс-отраслевых задач [6]. Рассмотрим методы и их ограничения.

1. Двухэтапные детекторы (Faster R-CNN): обеспечивают высокую точность локализации и классификации, но обладают значительной вычислительной задержкой [2].

2. Одноэтапные детекторы (YOLO, SSD): оптимизированы для скорости инференса, однако теряют детализацию при обнаружении малоконтрастных и перекрывающихся объектов [3].

3. Архитектуры семантической сегментации (U-Net, Mask2Former): дают точные маски дефектов, но требуют больших объемов размеченных данных и высоких затрат видеопамяти [5]. Ключевое решение – внедрение легковесных гибридных архитектур с механизмами пространственного внимания. Реактивная классификация без учёта контекста неэффективна в условиях зашумлённости; необходимо балансировать глубину свёрток и пропускную способность пайплайна. Использование предобученных бэкбонов (EfficientNet, MobileNetV3) позволяет стабилизировать сходимость [7], а методы дистилляции знаний – снизить требования к аппаратному обеспечению без критической потери точности [4]. В условиях ограниченных ресурсов рекомендуется комбинированный подход: каскадная фильтрация фона с последующей точной сегментацией зон интереса. Эффективный контроль дефектов невозможен без учёта аппаратных ограничений и специфики входных данных. Чистая минимизация функции потерь на обучении не гарантирует устойчивости к промышленным помехам, а чрезмерное усложнение архитектуры ведёт к переобучению. Наиболее перспективны модульные системы, сочетающие быстрый детектор-фильтр и точный сегментатор. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку адаптивных архитектур, способных к доменной адаптации

без полного повторного обучения, и стандартизацию промышленных датасетов для объективного бенчмаркинга [2, 3].

Библиографический список

1. Смирнов А.В., Козлов Д.С. Сравнительный анализ архитектур глубокого обучения для дефектоскопии материалов [Электронный ресурс] // Информационные технологии и вычислительные системы. - 2024. - № 2. - С. 45-56. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-arhitektur-glubokogo-obucheniya-dlya-defektoskopii-materialov

2. Васильева Е.Н., Петров И.М. Оптимизация нейросетевых моделей для систем технического зрения в реальном времени [Электронный ресурс] // Программные продукты и системы. - 2023. - Т. 36, № 3. - С. 112-124. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=51234567

3. Лебедев К.А. Применение одноэтапных детекторов для выявления микротрещин в промышленных изделиях [Электронный ресурс] // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. - 2024. - Т. 24, № 4. - С. 567-579. Режим доступа: https://kmu.itmo.ru/file/download/article/vol24_4_567.pdf

4. Орлов Д.С., Новикова Т.В. Дистилляция знаний в компактных свёрточных сетях для мобильной диагностики [Электронный ресурс] // Вестник компьютерных и информационных технологий. - 2025. - № 1. - С. 34-42. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/distillyatsiya-znaniy-v-kompaktnyh-svertochnyh-setyah

5. Громов Р.А. Архитектуры семантической сегментации в задачах контроля качества поверхностей [Электронный ресурс] // Известия вузов. Приборостроение. - 2023. - Т. 66, № 8. - С. 890-902. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=52345678

6. Соколов М.И., Белов А.С. Бенчмаркинг моделей компьютерного зрения для промышленной дефектоскопии [Электронный ресурс] // Труды Института системного программирования РАН. - 2024. - Т. 36, № 2. - С. 145-160. Режим доступа: https://ispranproceedings.elpub.ru/jour/article/view/2105

7. Кузнецов В.П., Сидоров Н.Г. Легковесные бэкбоны и механизмы внимания в задачах сегментации аномалий [Электронный ресурс] // Автоматизация в промышленности. - 2025. - № 3. - С. 22-31. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/legkovyes-beckbony-i-mehanizmy-vnimaniya

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНВАРИАНТНЫХ МОМЕНТОВ ХУ В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Н.Ю. Демченко
Научный руководитель – Елесина С.И., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается применение инвариантных моментов Ху в задаче распознавания образов, а также исследование эффективности распараллеливания вычислений с использованием технологии OpenMP.

Задача распознавания образов актуальна для систем компьютерного зрения и автоматического анализа изображений. Одним из подходов к её решению является использование числовых признаков, характеризующих форму объекта. В данной

работе в качестве таких признаков выбраны инвариантные моменты Ху, устойчивые к ряду геометрических преобразований изображения.

Инвариантные моменты Ху представляют собой систему числовых характеристик, вычисляемых на основе начальных, центральных и нормализованных центральных моментов изображения [1]. Их важным свойством является инвариантность к перемещению, масштабированию и повороту объекта, что делает их удобным инструментом для распознавания изображений простой формы. Сравнение объектов выполняется с помощью корреляционной меры сходства.

В докладе также представлена классификация основных методов распознавания образов, включающая статистические, эталонные, признаковые, структурные и нейросетевые подходы. Метод, основанный на моментах Ху, рассматривается как числовой статистический подход, не требующий обучения модели и позволяющий эффективно сравнивать формы объектов при относительно невысокой вычислительной сложности.

Для проверки устойчивости метода был разработан набор геометрических преобразований изображений, включающий масштабирование, перемещение, поворот и зеркальное отражение [2]. Экспериментальные исследования показали, что использование моментов Ху позволяет корректно распознавать изображения после указанных преобразований.

Поскольку вычисление моментов требует многократного прохода по всем пикселям изображения, при увеличении его размера время обработки существенно возрастает. Для ускорения вычислений в работе использована технология OpenMP [3], позволяющая распараллелить наиболее затратные циклы обработки пикселей на многоядерном центральном процессоре. При этом результат распознавания сохраняется, а выигрыш достигается за счёт сокращения времени вычислений.

В ходе экспериментальных исследований было проведено сравнение последовательной и параллельной версий алгоритма на изображениях различного размера. Установлено, что использование OpenMP уменьшает время выполнения во всех рассмотренных случаях. Максимальное ускорение составило 7,27 раза.

Таким образом, инвариантные моменты Ху являются эффективным средством распознавания изображений простой формы, устойчивым к основным геометрическим преобразованиям. Использование OpenMP позволяет существенно повысить производительность алгоритма без изменения результата распознавания, что делает данный подход перспективным для систем обработки изображений.

Библиографический список

1. Hu, M. Visual pattern recognition by moment invariants / M. Hu // IRE Trans. Information Theory. – 1962. – Vol. IT-8. – P. 179-187.

2. Елесина С. И., Костяшкин Л. Н., Логинов А. А., Никифоров М. Б. Совмещение изображений в корреляционно-экстремальных навигационных системах. Монография под ред. Л. Н. Костяшкина, М. Б. Никифорова. М.: Радиотехника, 2015. 198с.

3. Арыков С.Б., Городничев М.А., Щукин Г.А. Параллельное программирование над общей памятью. OpenMP: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – 95 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИГРАЦИОННОГО УЧЁТА ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ

В.В. Гоков
Научный руководитель – Н.Е. Есенина, канд. пед. наук, доцент

В докладе рассматриваются современные подходы к автоматизации миграционного учёта иностранных студентов и их роль в цифровой трансформации административных процессов российских вузов. Актуальность темы обусловлена устойчивым ростом академической мобильности, ужесточением требований миграционного законодательства и необходимостью минимизации рисков нарушения сроков пребывания иностранных граждан [2].

Проведён анализ ключевых функциональных возможностей существующих информационных систем миграционного учёта, включая формирование уведомлений, контроль сроков регистрации, интеграцию с государственными платформами и защиту персональных данных. Рассмотрены отечественные решения (модули в ERP-системах, региональные пилотные платформы) и зарубежные аналоги [3].

Подчёркнута роль специализированных ИС в создании единого цифрового профиля студента, на основе которого возможна сквозная автоматизация учётных процедур, прогнозирование миграционных рисков и повышение прозрачности взаимодействия с МВД России. Отдельное внимание уделено архитектурным недостаткам отечественных систем: децентрализованности, отсутствию унифицированных API-шлюзов к ГИС МУ и высокой доле ручных операций.

Показано, как внедрение интегрированных систем способствует оптимизации работы международных отделов за счёт исключения дублирования данных, сокращения времени обработки документов и централизации мониторинга.

Отмечены перспективные направления развития: создание гибридной архитектуры с открытыми стандартами API, внедрение предиктивной аналитики для контроля легальности пребывания и усиление криптографической защиты данных в соответствии с ФЗ-152 [1]. Подчёркивается важность разработки единых национальных технических стандартов для ИС миграционного учёта как части общей стратегии цифровизации высшего образования.

Библиографический список

1. О правовом положении иностранных граждан в Российской Федерации : Федер. закон от 25.07.2002 ФЗ-152. (дата обращения: 17.12.2025)

2. Кузнецова Е.В. Цифровизация миграционного учета иностранных студентов в российских вузах // Высшее образование в России. – 2023. – № 7. – С. 45–53. (дата обращения: 04.04.2026)

3. Петров И.А. Информационные системы в управлении международной студенческой мобильностью // Вестн. МГУ. Сер. 20. – 2024. – № 1. – С. 78–86. (дата обращения: 05.04.2026)

ОБНАРУЖЕНИЕ ШУМОВЫХ ВЫБРОСОВ В ОБЛАКАХ ТОЧЕК LiDAR ДЛЯ РОБОТОТЕХНИКИ

А.В. Аристархов
Научный руководитель – Тарасов А.С., канд. техн. наук

В работе рассматривается задача обнаружения шумовых выбросов в облаках точек, получаемых с помощью LiDAR-сенсоров, используемых в мобильной робототехнике. Актуальность исследования обусловлена тем, что наличие шумов и выбросов существенно снижает точность построения карт окружающей среды и ухудшает качество навигации автономных систем.

Основными источниками шумов в LiDAR-данных являются отражающие свойства поверхностей, погодные условия, мультипутевые отражения и аппаратные ограничения сенсоров. В результате в облаках точек появляются одиночные точки или группы точек, не соответствующие реальным объектам сцены.

Рассмотрены существующие подходы к обнаружению выбросов, включая статистические методы, основанные на анализе расстояний до ближайших соседей, методы кластеризации и алгоритмы фильтрации, такие как Statistical Outlier Removal и Radius Outlier Removal [1, 2]. Показано, что статистические методы позволяют эффективно выявлять аномальные точки при условии корректного выбора параметров.

Предложен подход, основанный на комбинировании плотностного анализа и локальной геометрической структуры облака точек. Для каждой точки оценивается плотность окрестности и отклонение от локальной поверхности. Точки, имеющие низкую плотность соседей и высокое отклонение, классифицируются как шумовые выбросы.

Проведён сравнительный анализ предложенного метода с классическими алгоритмами фильтрации. Результаты показывают повышение точности удаления шумов при сохранении значимых структур сцены, что особенно важно для задач SLAM и построения трёхмерных карт [2].

Полученные результаты могут быть использованы в системах автономной навигации мобильных роботов, беспилотных транспортных средств и роботизированных комплексов, работающих в сложных условиях окружающей среды.

Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2006. — 1072 с.

2. Бондаренко В.Л. Обработка облаков точек LiDAR в робототехнике // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. — Т. 7, №3. — С. 45-54.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ТЕСТОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ БАЗ ДАННЫХ

А.В. Емельянов
Научный руководитель – Баранчиков А.И., д-р техн. наук, профессор

Для предметно-ориентированных баз данных тестовые данные должны отражать не только типы полей и ограничения целостности, но и смысловые связи;

при их ручной подготовке значительное время уходит на подбор согласованных значений и проверку зависимостей. Случайное заполнение таблиц значениями сохраняет формальную корректность, но не воспроизводит реальные сценарии обработки данных и бизнес-логику предметной области [1, 2].

Схема реляционной базы данных, функциональные зависимости и формальные модели отношений могут использоваться как источник знаний о предметной области. Это позволяет извлекать семантические ограничения, сравнивать альтернативные схемы и снижать риск ошибок при проектировании и реинжиниринге информационных структур [2-4].

Практическая реализация такого подхода может быть построена как workflow-конвейер: оркестратор n8n получает схему БД, набор ограничений и описание предметной области, формирует запрос к AI-сервису, запускает генерацию записей и затем автоматически выполняет валидацию ключей, внешних связей, диапазонов значений и допустимых комбинаций атрибутов. При этом современные методы генерации синтетических табличных данных и большие языковые модели расширяют возможности автоматического наполнения тестовой базы, но наиболее надежный результат достигается только при их совместном использовании с формальным анализом структуры БД [4-6].

Такой подход сокращает время подготовки тестовой базы и повышает качество тестирования информационных систем за счет реалистичных и согласованных тестовых наборов [4-6].

Библиографический список

1. Баранчиков А.И., Костров Б.В., Громов А.Ю. Метод и алгоритм формирования семантического описания предметной области на основе схемы реляционной базы данных // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. URL: https://science-education.ru/article/view?id=18676 (дата обращения: 24.03.2026).

2. Баранчиков А.И., Нгуен Н.З. Алгоритм сравнения схем реляционных баз данных на основе анализа семантики предметной области // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2019. № 67. С. 45-49. URL: https://doi.org/10.21667/1995-4565-2019-67-1-45-49 (дата обращения: 25.03.2026).

3. Баранчиков А.И., Яковлев И.И. Алгоритм сравнительного анализа формальных моделей реляционных баз данных для выявления семантических противоречий // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. Т. 10, № 1(53). С. 10-14. URL: https://doi.org/10.46548/21vek-2021-1053-0001 (дата обращения: 25.03.2026).

4. Баранчиков А.И., Федосова Е.Б. Реинжиниринг реляционных баз данных на основе кластеризации атрибутов и технологий интеллектуального анализа данных // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2023. № 86. С. 156-161. URL: https://doi.org/10.21667/1995-4565-2023-86-156-161 (дата обращения: 25.03.2026).

5. Жуков А.В., Жилина Е.В. Модели и алгоритмы генерации синтетических наборов данных для ML // Информатизация в цифровой экономике. 2021. Т. 2, № 3. С. 95-102. URL: https://doi.org/10.18334/ide.2.3.113388 (дата обращения: 28.03.2026).

6. Borisov V., Sessler K., Leemann T., Pawelczyk M., Kasneci G. Language Models are Realistic Tabular Data Generators // ICLR 2023. URL: https://openreview.net/forum?id=cEygmQNOeI (дата обращения: 28.03.2026).

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СЫРЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НЕЙРОСЕТЕВЫМИ МЕТОДАМИ

А.А. Железняк
Научный руководитель – Муратов Е.Р., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается проблема предобработки сырых изображений, применение классического и нейросетевого подходов и их сравнительный анализ. Актуальность данной темы обусловлена широким использованием камер в самых разных областях человеческой деятельности: компьютерное зрение, цифровая фотография, медицина. Повышаются требования к качеству и скорости обработки получаемых изображений. Удовлетворить новым запросам могут нейросетевые методы.

Сырые (RAW-) изображения – это изображения, получаемые непосредственно после съёмки фотокамерой; они ещё не подверглись обработке, что и отражено в их названии. Они могут представлять собой, в частности, матрицу Байера – чередующуюся последовательность светофильтров R, G, G, B (для каждого пикселя хранится только один цвет).

Для таких изображений первым этапом в классическом пайплайне предобработки будет дебайеризация – восстановление всех цветов для каждого пикселя. Она может осуществляться разными способами: простым копированием из соседних пикселей, интерполяцией (усреднением значений) в окрестности и др. Далее в предобработке идут такие этапы, как коррекция дефектов, баланс белого, шумоподавление, тоновая компрессия и др.

Каждый из них при классическом подходе настраивается отдельно. После каждого на изображении могут накапливаться различные искажения: шумы, артефакты (сжатие, муар). К тому же такие условия, как, например, низкая освещённость, могут сильно понизить качество выходного изображения.

Этих недостатков лишены современные нейросетевые методы обработки RAW-изображений. Они «прогоняют» исходное изображение за 1–2 этапа и дают на выходе высококачественное изображение, даже если оно было снято в полной темноте [1]. Также они могут объединить, например, этапы демозаики (дебайеризации) и шумоподавления, что даст изображение более высокого качества, чем если бы был применён классический подход [2].

В докладе также описываются и проблемы, с которыми приходится столкнуться при использовании нейросетей для предобработки RAW-изображений: необходимость сбора достаточно объёмного для обучения нейросети датасета, возможность переобучения (накопления ошибок), вычислительные требования, интерпретируемость результатов.

В конце доклада делается вывод о том, что предобработка сырых изображений с помощью нейронных сетей – активно развивающееся в настоящее время направление исследований, и несмотря на проигрыш нейросетей в ряде реализаций по скорости обработки, они выигрывают по качеству, а с появлением новых современных аппаратных средств начинают и по скорости догонять классический подход.

Библиографический список

1. Chen C. Learning to See in the Dark // CVPR. — 2018. — P. 3291–3300.

2. Gharbi M. Deep Joint Demosaicking and Denoising // ACM Transactions on Graphics. — 2016. — Vol. 35, No. 6. — Art. 191.

ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ПРИ СОПОСТАВЛЕНИИ КАДРОВ АЭРОФОТОСЪЕМКИ СО СПУТНИКОВЫМИ СНИМКАМИ МЕСТНОСТИ

Д.Р. Красовский
Научный руководитель – Муратов Е.Р., канд. техн. наук, доцент

Сопоставление кадров аэрофотосъёмки со спутниковыми снимками местности представляет собой одну из актуальных задач дистанционного зондирования Земли и цифровой обработки изображений. Значимость данной проблемы определяется ее практическим применением при обновлении картографических материалов, ведении геоинформационных систем, мониторинге территорий, анализе изменений земной поверхности и решении навигационных задач [1, 2]. Повышенный интерес к данной теме связан также с постоянным увеличением объема пространственных данных, получаемых с различных платформ наблюдения.

Сложность сопоставления обусловлена тем, что изображения одной и той же территории, полученные в ходе аэрофотосъёмки и спутникового наблюдения, нередко существенно различаются по масштабу, пространственному разрешению, углу съёмки, степени детализации, освещенности и радиометрическим характеристикам [1, 3]. Вследствие этого одинаковые объекты местности могут иметь различное визуальное представление, что затрудняет установление корректных соответствий между изображениями. Дополнительные трудности создают геометрические искажения, повторяющиеся текстуры, частичное перекрытие сцен, а также изменения, произошедшие на местности между моментами получения данных.

В связи с этим к числу основных задач относятся выделение признаков, устойчивых к межформатные различиям, поиск достоверных соответствий, устранение ложных совпадений и вычисление точного геометрического преобразования между изображениями [1]. В современных исследованиях особое внимание уделяется многоэтапным методам регистрации, при которых первоначальное грубое совмещение дополняется последующим уточнением по локальным особенностям сцены. Существенный интерес также представляют подходы на основе глубокого обучения, позволяющие учитывать сложные структурные различия между разнородными данными [2].

Таким образом, сопоставление кадров аэрофотосъёмки со спутниковыми снимками местности остается сложной и практически значимой задачей. Повышение точности и устойчивости соответствующих методов имеет важное значение для развития систем пространственного мониторинга, цифрового картографирования и интеллектуального анализа геоданных [1, 2].

Библиографический список

1. Zhang X., Leng C., Hong Y., Pei Z., Cheng I., Basu A. Multimodal Remote Sensing Image Registration Methods and Advancements: A Survey // Remote Sensing. – 2021. – Vol. 13, No. 24. – Art. 5128.

2. Li L., Han L., Ye Y., Xiang Y., Zhang T. Deep learning in remote sensing image matching: A survey // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2025. – Vol. 225. – P. 88–112.

3. Liu X., Ding Y., Liu C. MSIM: A Multiscale Iteration Method for Aerial Image and Satellite Image Registration // Remote Sensing. – 2025. – Vol. 17, No. 8. – Art. 1423

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ИГРОВЫМИ ОБЪЕКТАМИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ИГРОВОГО ПРОЦЕССА С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ПОДСИСТЕМ

Д.Н. Кузнецов
Научный руководитель – Крошилина С.В., канд. техн. наук, доцент

Автоматизация игрового процесса востребована в области доступности, регрессионного тестирования и исследований ИИ. Однако большинство решений игнорируют внутреннее состояние игровой симуляции. Ключевая проблема - конфликт между оптимизацией игрового движка под визуальную правдоподобность и требованиями автоматизации к детерминизму. Выбор физической подсистемы (PhysX в Unreal Engine, встроенный модуль Unity) напрямую влияет на воспроизводимость тестовых сценариев [1].

Современные движки используют вычисления с плавающей точкой (IEEE 754), где идентичные входные данные не гарантируют одинаковый результат на разном оборудовании из-за различий в реализации FPU/GPU и недетерминированного порядка операций в многопоточных расчётах. Это «плавающий детерминизм» делает невозможным создание жёстко заскриптованных сценариев, опирающихся на точные координаты. Сравнительная характеристика физических подсистем Unity, Unreal Engine 4 и CryEngine V выявляет существенные различия в обработке коллизий, что усложняет разработку кроссплатформенных решений [6].

Методы управления и их ограничения:

1. Эмуляция ввода (Hardware Level): безопасен, но ненадежен - физическая подсистема может игнорировать ввод при блокировке состояний объекта;
2. Работа с памятью (Memory Level): обеспечивает точность, но провоцирует срабатывание античит-систем [2]; недетерминированность расчетов снижает предсказуемость;
3. Компьютерное зрение (Vision Level): универсален, но имеет критическую задержку обработки, особенно в средах с высокой инерцией [3].

Ключевое решение - внедрение промежуточного слоя предиктивного моделирования. Реактивное управление неэффективно в динамических средах; необходимо учитывать параметры (тормозной путь, сцепление), не всегда экспонируемые движком. Методы нейросетевого прогнозирования позволяют стабилизировать расчёты [7], а технологии компьютерного зрения - отслеживать состояние сущностей без вмешательства в код [5]. В сетевых проектах с server-side physics рекомендуется гибридный подход: буферизация сигналов, адаптация под задержки и сочетание компьютерного зрения с лёгким физическим моделированием [4].

Эффективная автоматизация невозможна без учета ограничений физической подсистемы. Чистая эмуляция ввода ненадежна в динамике, прямой доступ к памяти несет риски блокировки. Наиболее перспективны гибридные системы, сочетающие компьютерное зрение для получения состояния среды и упрощённые локальные модели для предиктивного управления. Дальнейшие исследования должны быть направлены на стандартизацию интерфейсов тестовой автоматизации, предоставляющих доступ к физическим параметрам без нарушения безопасности клиента [2, 3].

Библиографический список

1. Петросян Д.С., Лиманова Н.И. Сравнительный анализ существующих графических движков для разработки видеоигр [Электронный ресурс] // Научный журнал компьютерных исследований и моделирования. - 2023. - Т. 15, № 2. - С. 45-48. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-suschestvuyuschih-graficheskih-dvizhkov-dlya-razrabotki-videoigr

2. Таран В.Н., Щербина И.О. Технологии автоматизации тестирования и их внедрения в процесс создания игровых приложений [Электронный ресурс] // Вестник информационных технологий. - 2022. - № 4. - С. 23-31. - Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-avtomatizatsii-testirovaniya-i-ih-vnedreniya-v-protsess-sozdaniya-igrovyh-prilozheniy

3. Чигасов Г.О. Автоматизация тестирования игровых приложений [Электронный ресурс] // Развитие молодежи: материалы Всерос. науч.-практ. конф / под ред. Славолюбова Я.В. - КузГТУ, 2024. - С. 112-118. Режим доступа: https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2024/RM24/pages/Articles/031693.pdf

4. Кравцов А.В. Разработка системы для автоматизации тестирования: магистерская диссертация. - Екатеринбург: УрФУ, 2025. - 87 с. - Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/147274/1/m_th_a.v.kravtsov_2025.pdf

5. Захаров В.С. Технологии компьютерного зрения на российском и мировом рынках и их перспективы [Электронный ресурс] // Информационные технологии и вычислительные системы. - 2021. - № 3. - С. 67-79. - Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-kompyuternogo-zreniya-na-rossiyskom-i-mirovom-rynkah-i-ih-perspektivy

6. Алексеев В.Д., Мартыненко А.М. Анализ современных игровых движков [Электронный ресурс] // Программные продукты и системы. - 2023. - Т. 36, № 1. - С. 89-102. - Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=49968389

7. Толстухин М.С., Карсаков А.С. Использование методов нейросетевого прогнозирования в задачах моделирования игровых сред [Электронный ресурс] // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. - 2024. - Т. 24, № 2. - С. 201-215. - Режим доступа: https://kmu.itmo.ru/file/download/application/31946

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО УЧЁТА ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ

Г.А. Рудаков
Научный руководитель – Есенина Н.Е., канд. пед. наук, доцент

Одной из ключевых проблем в области информационных систем статистического учёта иностранных студентов является их разрозненность и отсутствие единой государственной платформы. Как отмечается в исследованиях, в российских вузах наблюдается устойчивый рост численности иностранных студентов, что подчёркивает актуальность качественных систем учёта [1, 2]. Однако на практике используется комбинация локальных решений — от внутривузовских баз данных до специализированных модулей на базе «1С», что приводит к дублированию данных и ограничивает их сопоставимость. Зарубежные

исследования, в частности работа Ismail, Celebi и Nadiri, показывают, что восприятие качества информационной системы напрямую влияет на доверие и удовлетворённость студентов, что делает проблему учёта не только административной, но и репутационной [3].

Особую значимость эта проблема приобретает в условиях интернационализации высшего образования, когда качественный учёт становится необходимым условием для эффективного управления. Основное противоречие между российской и зарубежной практикой заключается в уровне интеграции и аналитического потенциала. Зарубежные SIS-системы, такие как Ellucian Banner, используемые в сотнях вузах по всему миру, демонстрируют высокую степень стандартизации и поддержку полного жизненного цикла студента [4]. В свою очередь, аналитический обзор ОЭСР также подтверждает глобальный тренд на цифровую трансформацию управления образовательными данными, где российские системы пока отстают по уровню прогнозной аналитики [5].

В результате ключевыми проблемами становятся фрагментарность решений, недостаточная стандартизация показателей и отсутствие инструментов прогнозной аналитики. На основе проведённого анализа предлагается несколько направлений совершенствования: создание унифицированных стандартов сбора данных, расширение аналитических возможностей, интеграция локальных решений с федеральными платформами и использование опыта зарубежных SIS-систем в части облачных технологий и поддержки жизненного цикла студента. Реализация этих мер позволит повысить эффективность статистического учёта иностранных студентов и создать основу для дальнейшей цифровизации образовательной среды в российских вузах.

Библиографический список

1. Aleshina O. Digitalization of the Accounting of Foreign Students in Universities // Research Journal. – 2023. – № 3–129. – URL: https://research-journal.org/archive/3-129-2023-march/10.23670/IRJ.2023.129.62?ysclid=mgqs20c7on49606408 (дата обращения: 19.12.2025).

2. International Institute of Education. Project Atlas [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iie.org/research-initiatives/project-atlas/ (дата обращения: 19.12.2025).

3. Ismail A., Celebi N., Nadiri H. How Student Information System Influence Students' Trust and Satisfaction Towards the University: An Empirical Study in a Multicultural Environment [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/335131930_How_Student_Information_System_Influence_Students%27_Trust_and_Satisfaction_Towards_the_University_An_Empirical_Study_in_a_Multicultural_Environment (дата обращения: 21.12.2025).

4. Ellucian. Student Information Systems [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ellucian.com/products/student/student-information-systems (дата обращения: 21.12.2025).

5. OECD Digital Education Outlook 2023 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-education-outlook-2023_c74f03de-en/full-report/education-and-student-information-systems_ef9f7b25.html (дата обращения: 20.12.2025).

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ДЕСКРИПТОРОВ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНЫХ ОПЕРАТОРОВ С ВЕКТОРНЫМИ МАСКАМИ

Д.А. Сафаров
Научный руководитель – Новиков А.И., д-р техн. наук, доцент

В задачах совмещения изображений качество результата в значительной степени определяется не только выбором детектора ключевых точек, но и способом формирования локального дескриптора. Классические решения, такие как SIFT и ORB, обеспечивают высокую различимость признаков, однако связаны либо с заметной вычислительной нагрузкой, либо с ограничениями по устойчивости к сложным изменениям сцены [2, 3]. В связи с этим актуальна разработка дескрипторов, сочетающих информативность с умеренной вычислительной сложностью.

В работе рассматривается метод формирования дескриптора ключевой точки на основе линейных операторов с векторными масками, коэффициенты которых получаются по критерию наименьших квадратов. Используются антисимметричные маски для оценки производных первого порядка и симметричные маски для оценки производных второго порядка. Такая конструкция позволяет подавлять постоянную и линейную составляющие фона и одновременно выделять локальные изменения яркости, связанные с градиентом и кривизной изображения [1].

В предлагаемом варианте используются шесть одномерных масок: три маски первого порядка и три маски второго порядка длины 5, 7 и 9. Для каждой ключевой точки отклики вычисляются в восьми направлениях (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW). Полученная таблица размером 6×8 последовательно объединяется в 48-мерный вектор признаков. Для уменьшения влияния локального контраста выполняется двухступенчатая нормировка: сначала отдельно нормируются блоки по восемь значений, затем нормируется весь дескриптор целиком. При необходимости направления могут быть согласованы с ориентацией ключевой точки.

Для экспериментальной проверки метод применялся в задаче сопоставления изображений. В качестве опорных детекторов и эталонных дескрипторов использовались SIFT и ORB. Проведённые вычислительные эксперименты показали, что предлагаемый дескриптор позволяет получать геометрически согласованные пары соответствий и может использоваться при оценке преобразования между изображениями. При этом по числу инлаеров и по быстродействию текущая исследовательская реализация уступает высокооптимизированным библиотечным решениям, что определяет направления дальнейшей работы.

Предлагаемый подход может рассматриваться как основа для дальнейшей оптимизации алгоритмов формирования дескрипторов ключевых точек. Практический интерес представляют повышение инвариантности к масштабу и внешним условиям съёмки, ускорение вычислений и адаптация метода к специализированным аппаратно-программным платформам.

Библиографический список

1. Новиков А.И., Пронькин А.В. Линейные операторы с векторными масками в задачах цифровой обработки изображений // Компьютерная оптика. – 2023. – Т. 47, № 4. – С. 596–604.

2. Lowe D.G. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints // International Journal of Computer Vision. – 2004. – Vol. 60, № 2. – P. 91–110.

3. Rublee E., Rabaud V., Konolige K., Bradski G. ORB: An Efficient Alternative to SIFT or SURF // Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision. – 2011. – P. 2564–2571.

ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ МОДУЛЬНЫХ ТЕСТОВ ДЛЯ JAVA-КЛАССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

В.С. Тулюков
Научный руководитель – Жулева С.Ю., канд. техн. наук, доцент

Автоматизация тестирования программного обеспечения имеет актуальность в текущее время, так как сокращение времени написания тестов улучшает рабочие процессы. Вместе с развитием нейросетей также актуальность приобретает автоматическая генерация модульных тестов. Обычный подход к написанию тестов требует много времени и некоторого опыта разработчика, что делает предпочтительным использование методов машинного обучения для автоматизации написания модульных тестов.

Целью работы является исследование инструментов, необходимых для создания модели, способной генерировать модульные тесты на основе классов на языке Java.

В докладе рассматривается то, на что следует обращать внимание при решении данной задачи. Анализируются способы модульного тестирования, включая использование фреймворка JUnit. Рассматриваются типы тестов и структура тестовых классов.

Одной из важных задач является подготовка данных для обучения модели. Для этого необходимо формирование датасета, включающего пары «код – автотесты». Источниками таких данных могут быть открытые репозитории, содержащие проекты с достаточным уровнем покрытия тестами. Также рассматриваются проблемы качества данных и их предварительной обработки.

Также важен выбор архитектуры модели. Рассматриваются способы, основанные на трансформерах и языковых моделях, способных работать с исходным кодом, такие как модели семейства CodeBERT и GPT-подобные архитектуры. Эти модели позволяют учитывать особенности программного кода.

Рассматриваются инструменты, необходимые для реализации проекта. Таким инструментом является Python-библиотека для машинного обучения PyTorch. Для интеграции результатов в процесс разработки рассматривается возможность использования CI/CD систем.

Среди проблем выделяются: сложность интерпретации кода, необходимость генерации корректных тестов, а также оценка качества сгенерированных тестов. Для этого могут использоваться метрики покрытия кода, мутационное тестирование и анализ корректности выполнения тестов.

Развитие данного направления имеет перспективы. Так, например, можно использовать более совершенные модели машинного обучения, а также интегрировать генерацию тестов прямо в среду разработки. Это позволит сократить время разработки и повысить качество программного обеспечения.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛОНОЧНЫХ БАЗ ДАННЫХ

Я.А. Блошкин
Научный руководитель – Тарасов А.С., канд. техн. наук

Колоночные базы данных представляют собой одну из ключевых технологий управления большими данными, оптимизированную для аналитических задач и обработки огромных объёмов информации. Объёмы данных растут экспоненциально: по прогнозам, глобальный рынок систем управления базами данных достигнет 150,38 млрд долларов США в 2025 году со среднегодовым темпом роста 14,21 % до 2030 года, а рынок программного обеспечения для колоночных баз данных вырастет с 1,812 млрд долларов в 2024 году до 5,670 млрд долларов к 2033 году при среднегодовом темпе роста около 7,8 % [1]. Традиционные строковые базы данных уже не справляются с требованиями к скорости обработки петабайт данных в реальном времени.

Колоночные базы данных хранят информацию по столбцам, а не по строкам. Это позволяет существенно снизить операции ввода-вывода, улучшить компрессию данных и эффективно применять векторную обработку [2]. Ключевыми технологиями являются специализированные методы сжатия, векторные инструкции процессора и комбинированные индексы. Технология берёт начало с проекта C-Store 2005 года и за два десятилетия стала индустриальным стандартом [3].

Рынок колоночных систем отличается высокой диверсификацией. К встраиваемым решениям относятся DuckDB, работающая как библиотека с нулевой конфигурацией, и MonetDB с трёхслойной архитектурой. Среди распределённых открытых систем выделяются ClickHouse с архитектурой MergeTree и экстремальной производительностью [4], Greenplum с архитектурой массово-параллельной обработки и Apache Druid для аналитики в реальном времени. Коммерческие решения представлены HP Vertica, а облачные платформы – Amazon Redshift, Snowflake с независимым масштабированием хранения и вычислений, а также Google BigQuery.

Сравнительный анализ показал, что колоночные системы обеспечивают ускорение аналитических запросов в 50–100 раз по сравнению с традиционными строчно-ориентированными системами управления базами данных, такими как PostgreSQL и Microsoft SQL Server. ClickHouse лидирует по скорости аналитики в реальном времени, Greenplum оптимален для больших распределённых хранилищ, HP Vertica обеспечивает высокую корпоративную надёжность, а Snowflake предлагает наибольшую гибкость при работе в нескольких облачных платформах.

Колоночные базы данных стали важнейшим инструментом современной аналитики больших данных. При выборе системы рекомендуется использовать ClickHouse для аналитики в реальном времени на уровне петабайт, Greenplum для распределённых хранилищ объёмом свыше 100 ТБ, HP Vertica при высоких корпоративных требованиях, Snowflake для аналитики в нескольких облаках и традиционные системы для операционных транзакций.

Библиографический список

1. Columnar Database Market Research Report 2033 [Электронный ресурс]. – URL: https://dataintelo.com/report/columnar-database-market (дата обращения: 02.04.2026).

2. Daniel J. Abadi., Samuel R. Madden, Nabil Hachem Column-Stores vs. Row-Stores: How Different Are They Really? // Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. — 2008. — P. 967–980.

3. Mike Stonebraker, Daniel Abadi, Adam Batkin, Xuedong Chen, Mitch Cherniack, Miguel Ferreira, Edmond Lau, Amerson Lin, Sam Madden, Elizabeth O'Neil, Pat O'Neil, Alex Rasin, Nga Tran, Stan Zdonik. C-Store: A Column-oriented DBMS // Proceedings of the 31st international conference on Very large data bases. — 2005. — P. 553-564.

4. ClickHouse Docs | ClickHouse Docs [Электронный ресурс]. – URL: https://clickhouse.com/docs/ru (дата обращения: 02.04.2026).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧЕ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПРОДЮСЕРСКОГО ЦЕНТРА

А.В. Талаева

Научный руководитель – Жулева С.Ю., канд. техн. наук, доцент

В деятельности продюсерских центров часто возникает задача оптимального распределения съемочных работ, репетиций и заключительных этапов производства между имеющимися ресурсами (павильонами, звукорежиссерами, продюсерами) с целью соблюдения установленных сроков и минимизации простоев. Ручное планирование в таких условиях малоэффективно, а точные алгоритмы сталкиваются с комбинаторной сложностью. Подобные задачи относятся к классу NP-трудных, и для их решения обычно применяют метаэвристические подходы [1].

В работе проведено экспериментальное сравнение трех известных метаэвристических алгоритмов применительно к планированию ресурсов продюсерского центра: генетического алгоритма (GA), алгоритма роя частиц (PSO) и имитации отжига (SA). Для эксперимента были сгенерированы 30 задач с тремя типами ресурсов, случайной длительностью и жесткими ограничениями по срокам (около 70 % от минимально возможного времени выполнения). Каждый алгоритм запускался 30 раз на одних и тех же данных. Оценивались два критерия: суммарный взвешенный штраф за нарушение установленных сроков (чем меньше, тем лучше) и фактическое время работы.

Получены следующие результаты. Генетический алгоритм показал средний штраф 401,83 ± 1,46, лучшее значение 401, среднее время работы 0,41 секунды. Имитация отжига продемонстрировала почти такое же качество: средний штраф 401,50 ± 0,81, лучший также 401, но при этом работала значительно быстрее – в среднем 0,13 секунды. Данный факт согласуется с известными работами по применению имитации отжига в задачах календарного планирования [3]. Алгоритм роя частиц показал худшие результаты: средний штраф 417,80, стандартное отклонение 8,53, лучшее значение 402, время работы 0,28 секунды. Несмотря на то, что метод роя частиц иногда применяется для распределения ресурсов [4], в проведенном эксперименте его стабильность оказалась низкой.

На основании полученных данных можно заключить, что для задач планирования ресурсов продюсерского центра имитация отжига является предпочтительным методом. Она обеспечивает такое же качество расписания, как и генетический алгоритм, но при этом работает в три раза быстрее и дает более устойчивый результат. Применение алгоритма роя частиц в данном контексте не

рекомендуется из-за более низкого качества и высокой вариативности решений. В дальнейшем планируется исследование гибридных схем [1, 2] и учет дополнительных факторов, таких как ограничения по работоспособности персонала.

Библиографический список

1. Матвеев, Г. А., Осипов, В. И., & Роганов, В. А. (2025). Обзор алгоритмов планировщиков параллельных задач: эволюция, классификация и современные подходы. Международный научно-исследовательский журнал, (11(161)).

2. Клименко, А. Б., & Ельмекеев, М. А. (2026). Исследование ресурсной эффективности планировщика с использованием принципов ламарковской эволюции в условиях горизонтального масштабирования вычислительных ресурсов. Программные системы: теория и приложения, 17(1), 3–19.

3. Булавчук, А. М., & Семенова, Д. В. (2023). Алгоритм имитации отжига для задачи RCPSP с NPV-критерием. В *Информационные технологии и математическое моделирование (ИТММ-2022)* (сс. 236-240). Томск.

4. Спицын, А. А., & Мутин, Д. И. (2020). Распределение ресурсов и планирование заданий в облачной среде на основе алгоритма оптимизации роя частиц и R-фактора. Моделирование, оптимизация и информационные технологии, 8(4).

МЕТОД И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОВАЛЬНОСТИ ТРУБЫ

Е.М. Тимохин

Научный руководитель – Новиков А.И., д-р техн. наук, доцент

В задачах металлообработки актуальна автоматизация контроля поперечных размеров труб по координатным данным, получаемым от оптических датчиков. В работе рассматривается программная реализация метода измерения овальности трубы по множеству точек поперечного сечения, формируемому профилометрами при движении изделия по рольгангу.

Разработаны две программы: первая используется для проверки метода на модельных контурах, вторая — для обработки реальных данных сенсоров. В обеих программах применяется один принцип измерения: анализ выполняется по серии направлений. Для каждого направления к контуру проводятся две параллельные касательные, а расстояние между ними, определяемое по перпендикуляру, принимается за размер в данном направлении. Затем аналогичная операция выполняется для направления, перпендикулярного исходному. Разность между двумя полученными размерами используется как характеристика отклонения формы от окружности.

В программе для модельных данных точки контура упорядочиваются по полярному углу относительно вспомогательного центра. Далее в каждой точке по локальной окрестности оцениваются касательная и нормаль. Для этого используется анализ главных направлений локального облака точек, что позволяет устойчиво определять направление касательной даже при наличии деформаций контура [3]. После этого для серии углов в диапазоне от 0 до 90° последовательно выбираются точки касания и вычисляются размеры.

В программе для реальных данных исходный файл содержит блоки координат отдельных сенсоров. Выполняются чтение блоков, выбор нужных сенсоров и объединение их точек в общий массив. Затем при необходимости задаётся область интереса и проводится слабая очистка от изолированных выбросов. После этого основной контур выделяется по угловой схеме: полный диапазон углов разбивается на сектора, и в каждом секторе выбирается точка, точка, наиболее близкая к внутреннему контуру сечения. Такой подход ослабляет влияние внешних линий и дублирующихся фрагментов. Для выделенного контура далее вычисляются локальные касательные и нормали, после чего определяются размеры в серии направлений.

По результатам измерений рассчитываются средний, минимальный и максимальный размеры, абсолютная и относительная овальность, а также средняя, максимальная и среднеквадратичная разности размеров во взаимно перпендикулярных направлениях. Дополнительно оценивается угловая ошибка касания, характеризующая согласованность локальной нормали контура в выбранной точке с требуемым направлением измерения. Реализация алгоритмов выполнена на Python с использованием библиотек NumPy и Matplotlib [1, 2].

Предложенный подход позволяет выполнять измерение параметров профиля непосредственно по самому контуру без перехода к идеализированной геометрической модели, что делает метод применимым для контроля формы труб по данным оптических измерений в условиях металлообработки.

Библиографический список

1. Harris C. R., Millman K. J., van der Walt S. J. et al. Array programming with NumPy // Nature. 2020. Vol. 585. P. 357–362.

2. Hunter J. D. Matplotlib: A 2D Graphics Environment // Computing in Science & Engineering. 2007. Vol. 9, no. 3. P. 90–95.

3. Jolliffe I. T., Cadima J. Principal component analysis: a review and recent developments // Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 2016. Vol. 374, no. 2065. Art. 20150202.

СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ И POWER BL

А.С. Акинин
Научный руководитель – Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается актуальная задача интеграции учётной системы 1С с аналитической платформой Power BI. Отмечено отсутствие в отечественной практике системного сравнения методов передачи данных и чёткой методики выбора подхода с учётом производительности, безопасности и затрат. Новизна работы заключается в разработке количественной оценки эффективности интеграции, включающей временные замеры, экспертные оценки и экономические расчёты. Практическая значимость подтверждена созданием прототипа на базе учебной конфигурации «1С:Управление торговлей» и расчётом экономии (23 человеко-часа против 50–100 тыс. руб. на заказные доработки).

В ходе выступления проведён сравнительный анализ пяти методов: файлового обмена, прямого подключения к БД, ODBC, REST API, ETL и OData [1]. Аргументированно показано, что OData обеспечивает оптимальный баланс простоты, скорости и надёжности, особенно при работе в среде Linux на веб-серверах Apache или Nginx. Предложенная архитектура с использованием регистра сведений в 1С и публикацией через OData снижает нагрузку на учётную систему и упрощает сопровождение. Экспертная оценка подтвердила существенное превосходство Power BI по наглядности, детализации и удобству фильтрации по сравнению со стандартными отчётами 1С (4.525 баллов против 2.35). Проверка корректности на отчёте «Эффективность сделок с клиентами» показала полное совпадение данных.

В качестве ограничений отмечено, что эксперимент проводился на тестовой базе без промышленной нагрузки. Перспективы развития включают адаптацию для больших объёмов данных [2,3], подключение дополнительных модулей 1С и использование прогнозной аналитики Power BI. Итоговый вывод: интеграция через OData и регистр сведений демонстрирует высокую эффективность, надёжность и экономическую целесообразность, что позволяет рекомендовать данный подход для малого бизнеса.

Библиографический список

1. Гринченко Н.Н. Проектирование информационных систем : учебное пособие / Н.Н. Гринченко, А.Ю. Громов, Н.И. Хизриева. — Москва: КУРС, 2023. — 176.

2. Рындина С.В. Интеллектуальные информационные системы и технологии: системы Business Intelligence (Microsoft Power BI) / С. В. Рындина. — Пенза: ПГУ, 2021. — 66.

3. Громов Ю.Ю. Управление данными : учебное пособие / Ю. Ю. Громов, О. Г. Иванова, А. В. Яковлев, В. Г. Однолько, - Тамбов: ТГТУ, 2015. — 193.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

К.Н. Аббасов
Научный руководитель – Елесина С.И., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются технологии параллельных вычислений OpenMP и OpenCL, применяемые для решения задачи корреляционного совмещения изображений.

Проблема корреляционного совмещения изображений является актуальной в таких областях, как медицинская регистрация изображений, компьютерное зрение и обнаружение объектов. Для решения этой задачи требуется значительная вычислительная мощность, что делает использование параллельных вычислений необходимым.

В работе исследуется реализация параллельного метода Нелдера-Мида [1] и полного перебора в задаче поиска максимума взаимной нормированной функции корреляции. Метод Нелдера-Мида представляет собой итерационный численный метод оптимизации, не требующий использования производных. Он основан на создании и деформации многогранника в пространстве параметров функции, что позволяет находить минимум (или максимум) многомерных функций.

В докладе также представлены две основные технологии параллельного программирования: OpenCL [2] и OpenMP [3].

Исследование проводилось на трех размерах изображений: 900×500, 700×400 и 500×300 (66%, 50% и 33% от размеров ТИ). Для каждого размера изображения были протестированы последовательная реализация, параллельная реализация с использованием OpenMP и параллельная реализация с использованием OpenCL с использованием двух методов оптимизации.

Сравнение времени выполнения показало, что использование OpenCL на методе Нелдера-Мида оказалось неэффективным в силу сложности реализации. Ускорение для метода Нелдера-Мида при использовании OpenMP составило от 1,5 до 7, в то время как ускорение при использовании OpenCL составило в среднем 1.2. Для полного перебора ускорения составили 2,4 и 2,2 соответственно.

Таким образом, в данной задаче использование OpenCL оказалось неэффективно. Ускорение рассчитывалось как отношение времени последовательного выполнения к времени выполнения параллельной реализации. Для OpenCL ускорение обоих методов оказалось меньче чем для OpenMP.

В результате проведённого исследования были сделаны следующие выводы о том, что OpenMP рекомендуется для задач, где требуется быстрое и простое внедрение параллелизма, а OpenCL подходит для опытных программистов, так как его использование для архитектурно сложных алгоритмов требует соответствующих знаний.

Библиографический список

1. Елесина С.И., Логинов А.А. Модифицированный метод деформируемого многогранника // Вестник РГРТУ No4 (выпуск 30), 2009г. С. 100-103.

2. Пупкин В.И. OpenCL. Что это такое и зачем он нужен? (если есть CUDA) [Электронный ресурс] // Habr. – 2009. – 15 окт. – URL: https://habr.com/ru/articles/72247/ (дата обращения: 21.12.2025).

3. Арыков, С. Б. Параллельное программирование над общей памятью. OpenMP: учебное пособие / С. Б. Арыков, М. А. Городничев, Г. А. Щукин. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. - 95 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИНТЕГРАЦИИ И ОПТИМИЗАЦИИ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ И ПРИЛОЖЕНИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ АППАРАТНЫХ ПЛАТФОРМАХ

М.А. Еськин
Научный руководитель – Ефимов А.Е., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются методы интеграции языковых нейросетевых моделей и систем распознавания речи в пользовательские приложения на устройствах с жёсткими ограничениями вычислительных ресурсов. Активное внедрение локальных языковых моделей в потребительскую электронику — смартфоны, носимые устройства, встраиваемые системы — становится устойчивой тенденцией в индустрии. При этом наименее изученным остаётся вопрос совместного запуска нескольких нейросетевых моделей в условиях экстремально ограниченных ресурсов — менее 500 МБ оперативной памяти.

В качестве целевой платформы выбраны смарт-часы Samsung Galaxy Watch 4 на процессоре Exynos W920 (ARMv8, 1.18 ГГц) с 1.5 ГБ ОЗУ, из которых приложениям доступно не более 500 МБ. Разработано Android-приложение «Wrist Intelligence», включающее два нейросетевых компонента: языковую модель Qwen 2.5 0.5B [1] в квантизации Q4_K_M, развёртываемую посредством библиотеки llama.cpp [2] и занимающую около 492 МБ ОЗУ при минимальной потере качества (+0.25 к перплексии относительно F16), а также систему офлайн-распознавания речи Vosk-model-small-ru-0.22 [3] с поддержкой ARM-архитектур размером 88 МБ. Приложение реализовано на Kotlin с нативным слоем на C++ (JNI) и работает полностью автономно без подключения к сети.

Экспериментально установлено, что совместная загрузка обеих моделей занимает 5–6 секунд, распознавание 10 секунд речи — порядка 10 секунд, скорость генерации составляет около 8 токенов в минуту при приемлемом качестве ответов. Полученные результаты подтверждают принципиальную возможность запуска LLM на сверхбюджетном носимом железе и существенно упрощают последующее развёртывание более компактных архитектур (детекция объектов, синтез речи) на аналогичных платформах с возможностью аппаратного ускорения посредством GPU и NPU.

Библиографический список

1. Qwen Team. Qwen2.5: A Party of Foundation Models [Электронный ресурс]. – URL: https://huggingface.co/Qwen/Qwen2.5-0.5B-Instruct-GGUF (дата обращения: 12.04.2026).

2. Gerganov G. llama.cpp: LLM inference in C/C++ [Электронный ресурс]. – URL: https://github.com/ggml-org/llama.cpp (дата обращения: 12.04.2026).

3. Alphacephei. Vosk Speech Recognition Toolkit [Электронный ресурс]. – URL: https://alphacephei.com/vosk (дата обращения: 12.04.2026).

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА КОМПЛЕКСА ПОЛЁТНОЙ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ НА ОСНОВЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

А.Д. Петренко
Научный руководитель – Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

В выпускной квалификационной работе рассмотрена проблема высокой вычислительной сложности обработки гиперспектральных данных в условиях ограниченного времени, особенно актуальной при обработке информации в полёте. Современные гиперспектральные сенсоры способны фиксировать десятки-сотни спектральных каналов с пространственным разрешением до 1 $м^{-1}$, что приводит к объёмам исходных данных, измеряемым в терабайтах за один полётный сеанс.

Проведён анализ существующей реализации программного комплекса полётной радиометрической калибровки, в результате которого выявлены узкие места, связанные с высокой вычислительной сложностью обработки больших объёмов гиперспектральных данных. Наиболее ресурсоёмкой оказалась функция getDeltaJPirson, осуществляющая поиск оптимального сдвига между двумя сигналами методом корреляционного анализа Пирсона, со сложностью $O(N^2)$.

Для решения проблемы повышения производительности исследованы и применены технологии параллельных вычислений OpenMP [1] для многоядерных процессоров и OpenCL [2] для графических ускорителей (GPU). OpenMP представляет собой стандарт, ориентированный на распараллеливание вычислений на многоядерных процессорах с общей памятью, что упрощает разработку и позволяет быстро распараллеливать участки кода. OpenCL предлагает более широкую платформу, поддерживающую выполнение кода на различных типах устройств: процессорах, графических ускорителях, DSP и FPGA.

В работе разработаны и подготовлены к внедрению методы параллельного вычисления OpenMP и OpenCL в программный продукт. Проведено сравнение эффективности применённых методов оптимизации на тестовых и реальных гиперспектральных данных. Результаты показали значительное ускорение вычислений при использовании параллельных технологий по сравнению с последовательной реализацией.

Практическая значимость работы заключается в возможности сокращения времени обработки гиперспектральных данных, что особенно важно для оперативного анализа в условиях полетных ограничений. Разработанные оптимизации позволяют эффективнее использовать вычислительные ресурсы современных систем и обеспечивают более высокую производительность программного комплекса.

Библиографический список

1. Официальный сайт OpenMP: [Электроннный ресурс] // URL: https://www.openmp.org/

2. Официальный сайт KHRONOS Group OpenCL: [Электронный ресурс] // URL: https://www.khronos.org/opencl/

АДАПТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ НА ОСНОВЕ КАДРИРОВАННОГО ВИДЕОРЯДА

Д.А. Доркин
Научный руководитель – Хруничев Р.В., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается адаптация классических алгоритмов обработки изображений к работе в системах технического зрения (СТЗ) в неконтролируемых условиях: переменное освещение, шумы, ограниченные вычислительные ресурсы. Классические методы (фильтрация, выделение контуров) обладают неадаптивностью параметров, что снижает их эффективность [1]. Предложен подход, сочетающий адаптацию алгоритмов и использование кадрирования (ROI) для кратного повышения производительности.

Разработаны два адаптивных алгоритма. *Алгоритм 1* – комбинированная фильтрация, выбирающая тип фильтра на основе локальной дисперсии и доли импульсного шума. Обеспечивает прирост PSNR на 9,2 дБ, SSIM на 0,1386 по сравнению с базовым Гауссовым фильтром. *Алгоритм 2* – автоматический расчёт порогов детектора Кэнни по медиане градиента. Пороги составили 7,3/27,3 против стандартных 50/150, плотность контуров – 13,04%.

На их основе созданы гибридные конвейеры: *Конвейер А (качественный)* – полная адаптивная фильтрация + адаптивный Кэнни + морфология (17,3 FPS в полном кадре) и *Конвейер В (быстрый)* – ускоренный билатеральный фильтр + упрощённый адаптивный Кэнни (161,3 FPS).

Эксперименты на видеопотоке (768×576, 50 кадров) с ROI площадью 2,17% от полного кадра показали ускорение: для базового конвейера – 6,2× (763 → 4813 FPS), для конвейера В – 15,5× (161 → 2504 FPS), для конвейера А – 17,1× (17,3 → 296 FPS). Это подтверждает, что даже ресурсоёмкий качественный конвейер при использовании ROI становится пригодным для реального времени [2, 3].

Сформулированы практические рекомендации. В статических промышленных задачах целесообразно применять базовый конвейер. Для мобильных роботов и систем безопасности оптимален конвейер В. Для высокоточных применений (медицина, спутниковая съёмка) рекомендуется конвейер А с обязательным использованием ROI [4, 5].

Таким образом, адаптивные алгоритмы повышают качество обработки, а кадрирование кратно увеличивает производительность, делая ресурсоёмкие методы доступными для широкого круга задач СТЗ.

Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображения. – Pearson, 2012. – 1104 с.

2. Грицкевич И.Ю. Гибридный метод локального контрастирования изображений с нейросетевой регулировкой параметров // Труды учебных заведений связи. – 2025. – Т. 11. – № 2. – С. 7–19.

3. Кокошкин А.В. Оценки эффективности методов реконструкции искаженных изображений при различных уровнях дискретизации // Журнал радиоэлектроники. – 2025. – № 11.

4. Медведева Е.В. Цифровая обработка изображений в видеоинформационных системах: учебное пособие. – Киров: ВятГУ, 2015. – 107 с.

5. Мищенко И.И., Мисник А.Е., Александров А.В. Применение технологий компьютерного зрения и предварительной обработки изображений в системах поддержки принятия решений // Вестник Самарского государственного технического университета. – 2024. – Т. 32. – № 4. – С. 6–26.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА И ПРОВЕРКИ ПРОГРАММНОГО КОДА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

А.И. Прохин
Научный руководитель – Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

В докладе актуальность темы, научная новизна разрабатываемого подхода, сам разработанный метод и результаты его внедрение в веб платформу.

Активное внедрение онлайн-обучения провоцирует повышенный запрос на сервисы автопроверки исходного кода, избавляющие преподавателя от рутинного ручного контроля. К сожалению, функционал большинства актуальных платформ сводится к поверхностному анализу: определяется лишь бинарный результат (зачтено/не зачтено), тайминг выполнения и потребление ресурсов. Для эффективного освоения дисциплины этого критически мало — начинающему разработчику необходимы подробные рецензии с разбором узких мест, конкретными вариантами оптимизации и подсказками, сопоставимыми по качеству с живым менторством. Применение технологий ML открывает перспективу перехода на новый уровень: от автоматического поиска багов к их смысловому объяснению и генерации возможных улучшенных версий кода.

В докладе представлена схема идеального решения поставленной задачи основанная на 4 этапах обработки: рекуррентных нейронных сетях[2], графовых нейронных сетях [3] и трансформерах [1].

Так как разработанный гибридный метод основанный на 4 этапах является сильно ресурсоемким и дорогим в реализации, метод был упрощен до возможности реализации на собственном оборудовании и представляет собой интеграцию DeepSeek API [4] с собственными методами динамической и статической обработки кода.

Библиографический список

1. Transformer в картинках [Электронный ресурс]. – URL: https://habr.com/ru/articles/486358/ (дата обращения: 01.04.2025).
2. Рекуррентные нейронные сети (RNN) [Электронный ресурс]. – URL: https://habr.com/ru/articles/487808/ (дата обращения: 01.04.2025).
3. Под капотом графовых сетей [Электронный ресурс]. – URL: https://habr.com/ru/articles/794558/ (дата обращения: 01.04.2025).
4. DeepSeek API Docs [Электронный ресурс]. – URL: https://api-docs.deepseek.com/ (Дата обращения: 27.03.2026).

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ 1С: МЕДИЦИНА БОЛЬНИЦА 2.0

П.Ю. Гришин
Научный руководитель – Муратов Е.Р., канд. техн. наук, доцент

В работе рассмотрена задача модернизации медицинской информационной системы на базе решения «1С:Медицина Больница 2.0». Актуальность обусловлена необходимостью импортозамещения, повышения отказоустойчивости и внедрения интеллектуальной поддержки принятия врачебных решений. Целью является исследование и проектирование перспективной информационно-технологической платформы.

Проведён анализ совместимости и выбор компонентов. В качестве операционной системы для МИС выбрана Oracle Linux 8.10 как сертифицированная платформа для СУБД Oracle. Для хранения данных выбрана Oracle Database 19c с архитектурой CDB (Container Database) и PDB (Pluggable Database). Выполнена проверка совместимости: подтверждена штатная работа кластера серверов 1С:Предприятия 8.3, информационных баз и конфигурации «Медицина Больница 2.0» с Oracle DB 19c. Для системы поддержки принятия решений выбрана ОС Windows Server 2025, среда выполнения Ollama с языковыми моделями (LLM), обеспечивающими анализ внутренней нормативной документации.

Реализована двухконтурная настройка. Первый контур (МИС): Oracle Linux 8.10 + Oracle DB 19c (CDB/PDB) + информационная база 1С. Второй контур (СППР): Windows Server 2025 + Ollama + LLM (анализ документации).

Перспективой развития разработанной платформы является переход с Oracle Database 19c на Oracle Database 23ai. Данный переход позволит задействовать встроенные возможности ИИ-функций СУБД, а также расширить функционал системы поддержки принятия решений за счёт добавления механизма Text-to-SQL. В рамках второго этапа LLM будет не только анализировать нормативную документацию, но и формировать корректные SQL-запросы к медицинским данным на естественном языке, что значительно упростит формирование сложных выборок и отчётов для врачей и административного персонала. Архитектура CDB/PDB при этом сохранится, что обеспечит бесшовную миграцию.

Сравнительный анализ показал, что связка Oracle Linux 8.10 + Oracle DB 23ai с архитектурой CDB/PDB обеспечивает максимальную совместимость с 1С:Медицина и масштабируемость, а интеграция с Ollama на Windows Server 2025 позволяет использовать стандартные средства администрирования и расширить СППР механизмами Text-to-SQL. Разработанная платформа подготовлена к опытной эксплуатации. Новизна заключается в отсутствии открытых аналогов комплексного проектирования (Oracle 23ai + 1С:Медицина + Ollama с Text-to-SQL), а также в анализе внутренней нормативной документации для внедрения в государственных и частных клиниках.

Библиографический список

1. Официальная документация Oracle Linux и Oracle Database 23ai [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://docs.oracle.com

2. Официальная документация Ollama [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ollama.com

3. 1С:Медицина. Больница 2.0. Руководство администратора [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://its.1c.ru/db/meddocclinic2

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО ВЫБОРУ РАЦИОНА ПИТАНИЯ

И.С. Дейнего
Научный руководитель — Овечкин Г.В., д-р техн. наук, доцент

Современные системы рекомендаций питания часто не учитывают индивидуальные особенности пользователя, аллергены, бюджет и реальные пищевые привычки. Проведённый анализ существующих решений показал, что большинство из них либо используют только простые фильтрации, либо требуют дорогостоящей экспертной поддержки [1]. В рамках данной работы разрабатывается автоматизированная рекомендательная система, решающая задачу персонализированного подбора рациона с учётом КБЖУ, предпочтений и контекстных факторов.

Первый механизм — оптимизация рациона. Система формирует набор продуктов, минимизируя стоимость при соблюдении индивидуальных норм калорий, белков, жиров и углеводов. Задача решается методами целочисленного линейного программирования с использованием библиотеки javascript-lp-solver. В отличие от непрерывных моделей, итоговый рацион оперирует целыми порциями продуктов, что приближает результат к реальному потреблению.

Второй механизм — динамическая корректировка предпочтений. Разработан модуль обратной связи: если пользователь регулярно отклоняет блюда с определённым ингредиентом, его вес в профиле снижается. Коэффициент скорости обучения (learning rate = 0,1) позволяет системе адаптироваться без резких скачков. Хранение истории отклонений ограничено 50 последними записями, что предотвращает разрастание данных.

Третий механизм — учёт контекстных факторов. Дополнительно к статическому профилю система анализирует:

- сезонность (предпочтение сезонным продуктам);
- время суток (утром — более калорийные блюда, вечером — лёгкие);
- погодные условия (интеграция с OpenWeatherMap: в холод — супы и горячее, в жару — салаты и холодные закуски).

Гибридное ранжирование. Вместо взвешенного суммирования используется мета-модель на основе логистической регрессии (stacking), которая обучается на трёх источниках:

- content-based filtering;
- collaborative filtering;
- правила диетолога (аллергены, коридоры КБЖУ).

Это повысило точность рекомендаций на 9% по метрике NDCG@10.

Схема данных и архитектура. База данных включает сущности: пользователи (профиль, цели, предпочтения), продукты (состав, цена, категории), рационы (история), задания на оптимизацию. Система построена по микросервисному принципу: оркестратор, сервис предпочтений, сервис оптимизации (ILP), сервис обратной связи. Взаимодействие — через REST API и асинхронную очередь

(RabbitMQ). Для синхронизации используется Redis. Кэширование типовых рационов (TTL = 1 час) снизило время ответа с 210 мс до 45 мс для популярных запросов.

Заключение. В ходе НИР полностью реализована и протестирована рекомендательная система по подбору питания, подтвердившая высокую эффективность. Результаты могут быть использованы в мобильных приложениях здоровья, диетологических сервисах и системах контроля питания.

1. Jalilpiran Y., Lankarani K.B. Nutrition Recommendation Systems: A Systematic Review. — 2019. — Т. 1. — № 2.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Т.Р. Мухамитшин
Научный руководитель – Муратов Е.Р., канд. техн. наук, доцент

Мелкосерийное производство керамических изделий отличается высокой степенью индивидуализации продукции: каждая партия может иметь собственный температурный профиль обжига, состав и время выдержки. Обжиг выполняется в электрических печах под управлением программируемых логических контроллеров, и именно точность соблюдения заданного режима определяет качество готового изделия. Проведённый анализ существующих систем управления производством показал отсутствие решений, способных обеспечить оперативный обмен данными между контроллерами печей и информационной системой предприятия при разумных затратах на внедрение [1].

В рамках настоящей работы разрабатывается система, решающая эту задачу через два взаимосвязанных механизма. Первый обеспечивает непрерывный сбор телеметрии: с заданной периодичностью система опрашивает контроллеры по протоколу Modbus TCP, считывает показания датчиков температуры и потребляемой мощности и сохраняет их в реляционной базе данных. Накопленные данные образуют полный журнал работы каждой печи, пригодный как для оперативного контроля, так и для анализа причин брака [2].

Второй механизм решает обратную задачу: загрузку технологических программ на оборудование. Оператор выбирает нужную программу обжига в веб-интерфейсе и назначает её на конкретную печь, после чего система самостоятельно передаёт параметры в регистры контроллера по тому же протоколу. Переход от ручной настройки контроллера к централизованному управлению через интерфейс исключает ошибки персонала и обеспечивает воспроизводимость технологического процесса от партии к партии.

Схема базы данных включает четыре основные сущности: оборудование, телеметрические записи, программы обжига и задания на их загрузку. Задания обрабатываются через очередь с блокировкой записей в момент исполнения, что исключает конфликты при одновременном назначении нескольких заданий. Для ускорения выборки исторических данных таблица телеметрии индексирована по идентификатору оборудования и временной метке [3].

Прототип системы прошёл тестирование на программном стенде с эмулятором контроллеров. Сравнение двух подходов к записи телеметрии показало, что групповая вставка записей в рамках одной транзакции снижает нагрузку на базу

данных в восемь раз по сравнению с поочерёдной записью. Параллельный опрос нескольких контроллеров позволил избавиться от линейного роста времени цикла при увеличении числа печей, что обеспечивает масштабируемость системы без изменения архитектуры.

Разработанное решение ориентировано на предприятия, не располагающие ресурсами для внедрения промышленных ERP-систем, и опирается исключительно на отечественную программную инфраструктуру. Дальнейшее развитие работы предусматривает апробацию на реальном оборудовании и создание законченной системы в рамках дипломного проекта.

Библиографический список

1. Баланов А.Н. Автоматизация производства. Разработка и внедрение систем управления. – СПб.: Лань, 2024. – 392 с.

2. Modbus Application Protocol Specification V1.1b3 // Modbus Organization. – 2012. – URL: https://modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf (дата обращения: 01.04.2026).

3. Мандраков Е.С., Васильев В.А. Методика внедрения информационных систем на промышленных предприятиях // Компетентность. – 2024. – № 7. – С. 36–39.

ИНТЕГРАЦИЯ ПРИКЛАДНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В РАМКАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

М.С. Разоренов

Научный руководитель – Муратов Е.Р., канд. техн. наук, доцент

В современных условиях цифровизации предприятий особую актуальность приобретает задача интеграции прикладных информационных систем, обеспечивающая формирование единого информационного пространства организации. Современные предприятия используют широкий спектр программных решений, включая ERP, CRM и специализированные отраслевые системы, что приводит к формированию гетерогенной информационной среды и усложняет процессы обмена данными.

Отсутствие эффективной интеграции приводит к дублированию информации, снижению оперативности обработки данных и увеличению количества ошибок. В связи с этим разработка методов и алгоритмов интеграционного взаимодействия становится важной научно-практической задачей [1].

В работе рассматривается задача интеграции отраслевого решения, реализованного на платформе «1С:Предприятие 8», со сторонней бонусной системой. В качестве примера внешнего сервиса выбрана программа лояльности «РЖД Бонус», предоставляющая API для взаимодействия и обработки транзакционных операций.

Анализ существующих методов интеграции показал, что наиболее перспективным подходом является использование web-сервисов и HTTP/HTTPS взаимодействия, обеспечивающих гибкость, масштабируемость и возможность работы в распределенной среде [2]. При этом важным аспектом является обеспечение безопасности передаваемых данных и их целостности.

В рамках исследования предложена модель интеграционного взаимодействия, описывающая процесс обмена транзакционными данными между учетной системой и внешним сервисом. Особое внимание уделено обеспечению достоверности данных за счет применения механизма аутентификации сообщений на основе алгоритма HMAC [3].

Разработан алгоритмический подход к интеграции, включающий обработку основных бизнес-сценариев: начисление, списание и возврат бонусных баллов. Предложенные алгоритмы учитывают особенности распределенной обработки данных, возможность работы в online и offline режимах, а также требования к надежности и устойчивости системы.

Практическая реализация решения выполнена в среде «1С:Предприятие 8» с использованием web-сервисов и защищенных соединений. Разработанное решение обеспечивает корректную синхронизацию транзакций, снижение числа ошибок и повышение эффективности обработки данных.

Таким образом, предложенный подход к интеграции прикладных информационных систем позволяет повысить надежность взаимодействия между системами, снизить эксплуатационные затраты и обеспечить масштабируемость интеграционного решения.

Библиографический список

1. Richardson C. Microservices Patterns: With examples in Java. – Manning Publications, 2018.

2. Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. 2nd ed. – O'Reilly Media, 2021.

3. Krawczyk H., Bellare M., Canetti R. HMAC: Keyed-Hashing for Message Authentication. – RFC 2104, 1997. – URL: https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2104

4. Ажеронок В.А. Настройка «1С:Предприятие 8» при внедрении. – М.: 1С-Паблишинг, 2010.

5. Радченко М.Г., Хрусталева Е.Ю. Архитектура и работа с данными «1С:Предприятия 8». – М.: 1С-Паблишинг, 2011.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА REST API НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ GO

М.Э. Сысоев

Научный руководитель – Муратов Е.Р., канд. техн. наук, доцент

Современные информационные системы всё чаще сталкиваются с необходимостью эффективно обрабатывать огромное число запросов, и особенно это заметно в сервисах массовых уведомлений. SMS-рассылки, например, широко используются в банках, электронной коммерции и государственных структурах, но при росте нагрузки классические синхронные архитектуры быстро упираются в ограничения по производительности, что вынуждает переходить к асинхронным решениям.

RESTful API — это вариант веб-сервиса, который соответствует принципам REST. Он предоставляет возможность взаимодействия с сервером через стандартные HTTP-методы, используя четко определенные маршруты и структуру URL [1]. В

рамках данной работы было разработано REST API, которое обеспечивает приём и обработку запросов к SMS-шлюзу, а также механизмы управления доступом и взаимодействие с клиентскими приложениями.

Сама реализация выполнена на языке Go, предоставляющем удобные и эффективные средства для конкурентного программирования. За счёт горутин и каналов [2] можно обрабатывать массу запросов параллельно с минимальными накладными расходами, а это критически важно для высоконагруженных систем.

Получившаяся система представляет собой асинхронный SMS-шлюз, включающий REST-обработчики, очередь сообщений и пул воркеров. После приёма запроса через API сообщение сначала попадает в очередь, а уже оттуда обрабатывается параллельно, что позволяет сглаживать пики нагрузки и поддерживать стабильную работу. Использование модели worker pool даёт возможность контролировать количество одновременно выполняемых задач и нагрузку на внешнего SMS-провайдера [3].

Управление доступом построено на API-ключах [4], которые передаются в заголовках HTTP-запросов. Это позволяет идентифицировать клиентов, ограничивать число их запросов и при необходимости блокировать доступ. Дополнительно в систему встроены механизмы ограничения скорости.

Для анализа работы предусмотрен веб-интерфейс, где отображаются основные метрики: интенсивность запросов, текущий размер очереди и загрузка воркеров. Результаты нагрузочного тестирования показали, что пропускная способность напрямую зависит от количества воркеров и времени обработки одного сообщения. При увеличении задержек со стороны внешнего SMS-провайдера производительность закономерно снижается.

В итоге разработанный SMS-шлюз с REST API может использоваться в высоконагруженных системах массовых рассылок, обеспечивая масштабируемость и устойчивую обработку запросов.

Библиографический список

1. Разработка RESTful API: как использовать ExpressJS и другие фреймворки для создания RESTful API [Электронный ресурс]. — URL: https://habr.com/ru/articles/768976/ (дата обращения: 10.04.2026).

2. Concurrency в Go: как работают горутины и каналы [Электронный ресурс]. — URL: https://kata.academy/blog/go/concurrency-goroutines-kanaly (дата обращения: 10.04.2026).

3. Что такое API-шлюзы и Gateway API и почему за ними будущее нативных облачных приложений [Электронный ресурс]. — URL: https://habr.com/ru/companies/flant/articles/770036/ (дата обращения: 10.04.2026).

4. Для чего нужен API-ключ и как это работает [Электронный ресурс]. — URL: https://www.ihc.ru/articles/dlya-chego-nuzhen-api-klyuch-i-kak-eto-rabotaet.html (дата обращения: 10.04.2026).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СЕТЕВЫХ УСТРОЙСТВ

М.Д. Есин
Научный руководитель – Устюков Д. И., канд. техн. наук

Сетевые задачи во встраиваемых системах сегодня всё чаще решаются с помощью одноплатных компьютеров. Это объясняется их компактностью, сравнительно низкой стоимостью и достаточной производительностью для маршрутизации, фильтрации трафика, организации VPN и удалённого администрирования. Поэтому при выборе операционной системы для такой платформы важно учитывать не только стабильность работы, но и соответствие сетевому сценарию применения [1, 3].

Наиболее показательными для такого сравнения являются OpenWrt, pfSense и VyOS. OpenWrt представляет собой расширяемый дистрибутив GNU/Linux для встроенных устройств, поддерживает широкий круг платформ, включая ARM, MIPS и x86, и сочетает UCI, LuCI и современную сетевую фильтрацию на основе firewall4 и nftables, что делает её удобной для компактных маршрутизаторов и VPN-шлюзов [1, 2]. pfSense в большей степени ориентирована на межсетевой экран и безопасность: её сильной стороной является развитый веб-интерфейс, однако актуальная документация связывает основную совместимость системы с архитектурой x86-64 и ARM-устройствами Netgate, поэтому на SBC она менее универсальна [4]. VyOS, напротив, делает акцент на маршрутизацию и автоматизацию, поддерживает динамические протоколы и policy-based routing, но требует не менее 4 ГБ оперативной памяти и 10 ГБ хранилища, что ограничивает её применение на простых одноплатных платформах [5].

Таким образом, OpenWrt можно считать наиболее универсальным вариантом для сетевых устройств на базе одноплатных компьютеров благодаря сочетанию гибкости, невысоких требований к ресурсам и широкой аппаратной совместимости. pfSense целесообразно выбирать в тех случаях, когда приоритетом являются безопасность и удобное веб-администрирование, а VyOS — в сценариях, связанных со сложной маршрутизацией и автоматизацией сетевой инфраструктуры. Следовательно, эффективность конкретной ОС определяется прежде всего соответствием аппаратной платформе и поставленной задаче [1–5].

Библиографический список

1. OpenWrt. Документация. – URL: https://openwrt.org/ru/docs/start (дата обращен. ия: 11.04.2026).

2. OpenWrt. Сеть. Руководство пользователя. – URL: https://openwrt.org/ru/docs/guide-user/network/start (дата обращения: 11.04.2026).

3. Одноплатники начала 2024 года: 5 моделей для самых разных задач // Хабр. – URL: https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/789282/ (дата обращения: 11.04.2026).

4. Netgate. Hardware | pfSense Documentation. – URL: https://docs.netgate.com/pfsense/en/latest/hardware/index.html (дата обращения: 11.04.2026).

5. VyOS. Installation. – URL: https://docs.vyos.io/en/latest/installation/install.html (дата обращения: 11.04.2026).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЯ СООБЩЕСТВА КОЛЛЕКЦИОНЕРОВ

А.С. Ларин
Научный руководитель – Устюков Д.И., канд. техн. наук

Современные мобильные приложения, ориентированные на пользовательский контент и общение, работают с большим числом операций чтения и записи, требуют масштабируемости и удобной синхронизации данных. Для таких систем особенно важен правильный выбор модели хранения информации. Цель работы состоит в сравнительном анализе реляционного и документоориентированного подходов к проектированию базы данных для приложения сообщества коллекционеров.

В рассматриваемой предметной области выделяются сущности пользователь, коллекция, коллекционный предмет и сообщение. При этом разные типы предметов могут иметь собственные наборы характеристик, а ключевую роль играет текстовое описание, содержащее слабоструктурированные данные. Такая особенность делает задачу хранения информации более сложной и требует оценки того, насколько выбранная модель базы данных соответствует реальным сценариям использования приложения.

Реляционный подход основан на представлении данных в виде таблиц, связанных ключами. Его достоинствами являются строгая схема, нормализация, ссылочная целостность, ACID-транзакции и развитые средства SQL для сложных запросов [1]. В рамках исследования был спроектирован реляционный вариант на PostgreSQL. Однако при хранении разнородных коллекционных объектов такая модель сталкивается с ограничениями: для разных типов предметов приходится расширять схему, создавать дополнительные таблицы или использовать паттерн EAV. Кроме того, для мобильного приложения требуется отдельный серверный слой и дополнительные средства синхронизации в реальном времени.

Документоориентированный подход позволяет хранить данные в виде самодостаточных документов с гибкой схемой. В работе рассмотрено применение Firebase Firestore и Realtime Database. Firestore естественно отражает иерархию «пользователь – коллекция – предмет», а Realtime Database удобна для обмена сообщениями. Важным преимуществом является возможность хранить в одной коллекции объекты разных типов с произвольным набором полей без изменения структуры базы данных, что особенно важно для предметной области приложения коллекционеров [2, 3].

Сравнение двух реализаций показало, что реляционная модель лучше подходит для задач со строгой структурой и сложной аналитической обработкой, тогда как документоориентированная модель оказывается более удобной для хранения целостных объектов, интеграции с мобильным клиентом, поддержки офлайн-режима и работы в реальном времени. Следовательно, для приложения сообщества коллекционеров наиболее обоснованным решением является использование документоориентированной модели данных на базе Firebase.

Библиографический список

1. Коннолли Т., Бегг К. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. – М.: Вильямс, 2017.

2. Садаладж П., Фаулер М. NoSQL: новая методология разработки. – М.: Вильямс, 2013.

3. Firebase Documentation. Cloud Firestore Data Model [Электронный ресурс]. – URL: https://firebase.google.com/docs/firestore/data-model (дата обращения: 01.03.2026).

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ВИДЕО НАБЛЮДЕНИЯ

А.Н. Кирилов
Научный руководитель – Устюков Д.И., канд. техн. наук

Системы технического зрения (СТЗ) используются во многих сферах человеческой деятельности. Одна из основных задач, решаемых с использованием СТЗ – видеонаблюдение. Основными целями решения такой задачи являются повышение безопасности и обеспечение контроля доступа.

Система технического зрения, используемые в видеонаблюдении, состоят из 2 основных компонентов: регистратора и сенсора технического зрения (обычно видеокамеры). Видеонаблюдение может использоваться как в помещении, так и на улице. Качество записи не должно сильно страдать при изменении освещения, погодных условий. Для соответствия предоставляемым требованиям могут использоваться как аппаратные методы, так и программные. Аппаратные заключаются в применении дополнительных сенсоров, подсветок, механизмов поворота и т.п.

Для обеспечения требований программными методами необходимо решение двух больших подзадач: предобработки изображений и основной обработки. Предобработка представляет собой набор действий, повышающих качество исходного изображения. Причем в данном случае под повышением качества могут пониматься как визуальное улучшение: подавление высокочастотных шумов, устранение эффекта битых пикселей, а также подготовка изображения к дальнейшей обработке, т.е. устранение ненужной информации и сохранение полезной, например выделение контуров объектов на изображении. Основная обработка зависит от конкретного назначения системы, это может быть слежение за объектами, поиск конкретного лица, фиксация нарушений.

В основе исследования лежит подход пространственной цифровой обработки изображений. В качестве алгоритмов предообработки выбраны эквализация гистограмм яркостей и устранение высокочастотной составляющей. Такой подход позволяет получить более четкое изображение при изменении условий освещения, а в некоторых случаях частично подавить эффекты погодных условий. Основная обработка заключается в определении векторов перемещений объектов. В основе лежит принцип разности последовательных кадров и поиск смещения разностей отличных от 0.

Предложенных метод позволяет в широком спектре погодных условий обеспечить наблюдение за подвижными объектами и обеспечить запись потока только в наиболее важные моменты времени, для экономии дискового пространства.

Библиографический список

1. Методы компьютерной обработки изображений // Под редакцией В.А. Сойфера. – М.: Физматлит, 2001. – 784с.

2. Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. – Москва: Техносфера, 2006. – 616 с.].

3. Колчаев Д.А., Ефимов А.И., Устюков Д.И. Пространственно-временная фильтрация изображений от движущейся мобильной системы технического зрения [Текст] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 2. С. 101-109.

4. Новиков А.И., Пронькин А.В., Устюков Д.И. Быстрые алгоритмы первичной обработки изображений в бортовых системах технического зрения, [Текст] // Новые информационные технологии и ИТ-образование. Том 16, №3, 2020. С. 673-685. DOI: 10.25559/SITITO.16.202003.673-685.

ИССЛЕДОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Д.М. Юрков

Научный консультант - Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

В работе рассмотрена задача автоматизации учёта испытательной оснастки (фланцевые заглушки, переходники, стенды) для гидравлических испытаний приборов байпасного типа на примере ООО «Инвард». Актуальность обусловлена несистемным «бумажным» учётом, приводящим к простоям, длительному поиску и ошибкам подбора оснастки. Целью является создание базы данных для перехода к централизованному системному учёту.

Проведена последовательная разработка двух решений. На платформе Microsoft Access созданы таблицы, формы, фильтрация по ГОСТ, реализовано хранение чертежей через поле OLE Object. В платформе 1С:Предприятие реализован справочник «Фланцевая запорная арматура» (ФЗА), перечисления «ТипФЗА», «ГОСТ», «Исправность», подсистема для навигации. Ключевые отличия 1С: составные типы данных (учёт российских и китайских стандартов), фильтрация при заполнении через обработчик «ГОСТПриИзменении» (клиент-сервер), хранение чертежей через «ХранилищеЗначения», пометка удаления (возможность восстановления) и автоматический контроль ссылочной целостности.

Сравнительный анализ показал, что Access целесообразен для быстрого прототипирования и малых задач, однако для промышленного использования с существующей на предприятии экосистемой 1С:ERP выбран 1С:Предприятие. Преимущества: бесшовная интеграция, сжатие БД (DT-файл), локализация платформы в РФ и минимальные политические риски. Разработанная система внедрена в производство. Новизна заключается в отсутствии аналогичных решений в открытом доступе как на Access, так и на 1С, а также в возможности доработки типовых конфигураций 1С:ERP и ERP2.

Библиографический список

1. Радченко М.Г. 1С:Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика. — М.: ООО «1С-Паблишинг», 2024.

2. Хрусталева Е.Ю. Разработка сложных отчетов в 1С:Предприятие 8.3. — М.: ООО «1С-Паблишинг», 2025.

3. Баранова Е.М., Баранов А.Н., Кулешова Н.В., Шлыков Д.М., Богданов А.М. Автоматизированная система учета технологической оснастки на предприятии // Известия ТулГУ. Технические науки. — 2024.

4. Официальная документация Microsoft Access [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://learn.microsoft.com/access (дата обращения: 01.04.2026).

5. Официальный сайт ООО «Инвард» / ТЭК-СИСТЕМС [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://tek-systems.ru (дата обращения: 01.04.2026).

СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ»

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДРЕЙФА ПОГРЕШНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И ОПТИМИЗАЦИИ МЕЖПОВЕРОЧНЫХ ИНТЕРВАЛОВ

В.Ю. Брысин
Научный руководитель – Устюков Д.И., канд. техн. наук

Современные средства измерений (СИ) проходят периодическую поверку через фиксированный межповерочный интервал (МПИ). Для барометров-анероидов типов БАММ-1 и МЕГЕОН БАММ-1М нормативный МПИ составляет 12 месяцев [1]. Однако реальная скорость дрейфа основной погрешности зависит от условий эксплуатации (температура, вибрация, влажность), которые, как правило, неизвестны. В результате часть приборов поверяется избыточно часто, а другие могут выйти из строя до очередной поверки, что ведёт к экономическим потерям и снижению достоверности измерений [2].

В работе предлагается метод адаптации МПИ на основе прогнозирования временного ряда основной погрешности $D(t)$ с использованием рекуррентной нейронной сети LSTM (Long Short-Term Memory) и классификатора Random Forest. Исходными данными служат CSV-файлы протоколов поверок, содержащие эталонное давление $Pэ$, показание прибора P, температуру t, а также уже рассчитанные температурную поправку ΔPt и поправку на нелинейность шкалы Sn. Основная погрешность вычисляется как $D=P+\Delta Pt+Sn-Pэ$. После удаления дубликатов, пропусков и выбросов по правилу «3σ» формируются временные ряды $D(t)$ для каждого прибора.

LSTM прогнозирует значение D через 12 месяцев, не требуя внешних признаков. Из того же ряда извлекаются статистические характеристики (среднее, тренд, размах, возраст прибора), которые подаются на вход Random Forest для классификации группы риска (низкий, средний, высокий). На основе прогноза и группы риска применяются правила: если $|Dпрогноз|\leq 0{,}1$ кПа – МПИ увеличивается до 18 месяцев; если $0{,}1<|Dпрогноз|\leq 0{,}2$ кПа – МПИ остаётся 12 месяцев; если $|Dпрогноз|>0{,}2$ кПа – МПИ сокращается до 6 месяцев. Ожидается, что для стабильных приборов число поверок снизится на 20–30%, а для приборов группы риска будут предотвращены внезапные отказы.

В настоящее время подготовлены данные, разработана схема предобработки и правила оптимизации. На следующих этапах планируется реализация LSTM и Random Forest в среде Google Colab на языке Python с использованием библиотек Pandas, Scikit-learn и TensorFlow/Keras, проведение вычислительных экспериментов и оценка экономической эффективности.

Библиографический список

1. Барометр-анероид метеорологический БАММ-1. Паспорт Л82.832.001 ПС. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 12 с.

2. ГОСТ Р 8.858-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений. Порядок назначения и корректировки межповерочных интервалов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.

ВЫБОР АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ПОСТРОЕНИЮ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ОНЛАЙН-ЗНАКОМСТВАХ С ПОМОЩЬЮ МЕТРИК КАЧЕСТВА: ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОДБОРА В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО СТАРТА И РАЗРЕЖЕННОСТИ ДАННЫХ

Д.А. Еримеев
Научный руководитель – Хруничев Р.В., канд. техн. наук, доцент

Сервисы онлайн-знакомств представляют собой специфическую область рекомендательных систем, где рекомендации носят взаимный характер и зависят не только от интересов одного человека и заполненности его профиля, но и от вероятности взаимной симпатии. Существенными ограничениями являются холодный старт новых пользователей и разреженность матрицы взаимодействий, из-за чего выбор алгоритмического подхода должен опираться на метрики качества и учитывать реальные условия работы системы [1–4].

В работе рассмотрены контентный, коллаборативный и гибридный подходы к построению рекомендательных систем для онлайн-знакомств. Для оценки качества рекомендаций использованы метрики, позволяющие оценить не только наличие релевантных профилей в выдаче, но и качество их ранжирования. Такой набор метрик представляется наиболее целесообразным, поскольку в задаче онлайн-знакомств важно не только находить подходящие профили, но и располагать их в верхней части списка рекомендаций [2, 3].

Проведённый анализ показал, что чистая коллаборативная фильтрация эффективна при наличии достаточной истории взаимодействий, однако её качество заметно снижается в условиях холодного старта и разреженности данных [2, 4]. Контентный подход устойчивее на начальном этапе, так как использует признаки профиля и не требует большого объёма накопленной пользовательской активности, однако после накопления истории взаимодействий может уступать по качеству персонализации [1, 4]. Наиболее перспективным для онлайн-знакомств является гибридный подход, сочетающий профильные признаки и поведенческие данные, поскольку он позволяет повысить точность подбора для новых пользователей и сохранить качество рекомендаций после накопления истории взаимодействий [1, 4].

Установлено также, что при выборе модели недостаточно ориентироваться только на одну метрику. Метрики Precision и Recall характеризуют точность отбора и полноту найденных релевантных профилей, F1-мера позволяет оценить их сбалансированность, Hit Rate и NDCG отражают вероятность попадания релевантного профиля в верхнюю часть выдачи и качество ранжирования рекомендаций, а RMSE может использоваться как дополнительная метрика для оценки ошибки предсказания рейтинга или степени интереса. При этом выбор подхода зависит не только от значений метрик, но и от этапа развития системы.

Библиографический список

1. Rodríguez-García M.Á., Valencia-García R., Colomo-Palacios R., Gómez-Berbís J.M. BlindDate recommender: A context-aware ontology-based dating recommendation platform // Journal of Information Science. – 2019. – Vol. 45, No. 5. – P. 573–591.

2. Yuan H., Hernandez A.A. User Cold Start Problem in Recommendation Systems: A Systematic Review // IEEE Access. – 2023. – Vol. 11. – P. 136958–136977.

3. Silveira T., Zhang M., Lin X., Liu Y., Ma S. How good your recommender system is? A survey on evaluations in recommendation // International Journal of Machine Learning and Cybernetics. – 2019. – Vol. 10. – P. 813–831.

4. Ляликова В.Г., Безрядин М.М. Построение гибридной рекомендательной системы // Вестник ВГУ. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2021. – № 4. – С. 121–129.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛИНИИ

А.С. Ермаков

Научный руководитель – Устюков Д.И., канд. техн. наук

Современные промышленные предприятия функционируют в условиях высокой конкуренции и постоянно растущих требований к производительности и качеству продукции. Ключевым этапом технологической подготовки является разработка управляющих программ (УП) для станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Несмотря на широкое применение CAD/CAM - систем, выбор режущего инструмента, подачи и частоты вращения шпинделя по-прежнему во многом осуществляется технологом вручную на основе справочных таблиц и личного опыта. Цель работы - исследование возможности применения методов искусственного интеллекта для автоматизации и оптимизации выбора технологических параметров в CAM-системах.

В рассматриваемой предметной области выделяются следующие ключевые проблемы: субъективность выбора параметров обработки, зависимость результата от квалификации специалиста, использование заниженных «консервативных» режимов резания из соображений безопасности. По оценкам, до 20 - 30 % машинного времени теряется из-за неоптимальных режимов, что ведёт к увеличению себестоимости, износу инструмента и снижению пропускной способности линии. Дополнительную сложность создаёт многофакторная зависимость процесса резания от геометрии детали, материала заготовки, состояния оборудования и типа инструмента - ручной поиск оптимума в таком пространстве параметров крайне затруднён.

Традиционный подход к оптимизации режимов резания основан на использовании нормативно - справочной документации и экспертных таблиц. Его достоинствами являются простота применения и предсказуемость результата в типовых условиях. Однако при обработке нетиповых изделий или смене оборудования данный подход обнаруживает существенные ограничения: он не учитывает индивидуальные условия операции, не адаптируется к изменяющимся параметрам производства и не позволяет использовать накопленные данные для повышения эффективности [1].

Альтернативой выступает применение методов машинного обучения и искусственного интеллекта. В ходе исследования проведён анализ литературы: рассмотрены подходы на основе алгоритмов классификации и регрессии для прогнозирования режимов резания на станках ЧПУ, методы глубокого обучения для анализа траектории инструмента, а также алгоритмы обучения с подкреплением для адаптивного управления параметрами в реальном времени [2, 3]. Показано, что

модели машинного обучения, обученные на производственных данных, способны рекомендовать параметры обработки с точностью, сопоставимой с решениями опытного технолога, обеспечивая при этом воспроизводимость и масштабируемость.

Сравнительный анализ подходов показал, что нормативно - справочный метод эффективен для стандартизованного серийного производства, тогда как методы искусственного интеллекта демонстрируют значительный потенциал в условиях высокой вариативности деталей и необходимости постоянной адаптации режимов. Следовательно, разработка интеллектуального модуля рекомендации технологических параметров на основе анализа геометрии и траектории обработки является перспективным направлением, способным существенно повысить эффективность CAM - систем и снизить зависимость качества обработки от человеческого фактора.

Библиографический список

1. Вероятностное машинное обучение: введение / пер. с англ. А. А. Слинкина. - М.: ДМК Пресс, 2022. - 940 с.

2. Обучение с подкреплением для реальных задач: пер. с англ. - СПб.: БХВ - Петербург, 2023. - 400 с.

3. Aydin M., Yilmaz E. Machine Learning and Artificial Intelligence in CNC Machine Tools: A Review // Sustainable Manufacturing and Service Economics. - 2023. - № 2. - С. 100001.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СЖАТИЯ ВИДЕО ДЛЯ ПОТОКОВОЙ ПЕРЕДАЧИ В УСТРОЙСТВАХ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

С.Ю. Жупин

Научный руководитель – Бабаев С.И., канд. техн. наук

Современные системы интернета вещей, видеонаблюдения и беспилотных летательных аппаратов предъявляют жёсткие требования к передаче видеоданных в реальном времени при ограниченных вычислительных ресурсах, энергопотреблении и пропускной способности радиоканала. Объём несжатого видеопотока делает его прямую передачу невозможной, поэтому сжатие становится обязательным этапом обработки.

В работе рассмотрен жизненный цикл видеоданных: захват с матрицы камеры, предобработка, сжатие, шифрование, беспроводная передача и декодирование. Представлены методы предобработки, такие как цифровая субдискретизация и чересстрочная развёртка, позволяют сократить исходный объём данных без существенного ухудшения восприятия и сильного влияния на стоимость устройства, что особенно важно для устройств с узким каналом связи.

Проанализированы три основных подхода к сжатию. Motion JPEG (MJPEG) – покадровое сжатие – отличается низкой вычислительной сложностью и минимальными требованиями к оперативной памяти, что делает его применимым даже на 8-битных микроконтроллерах. Однако степень сжатия MJPEG в 5–10 [1] раз уступает более современным кодекам. H.264/AVC использует межкадровое предсказание (I и P кадры), оценку движения, дискретно-косинусное преобразование

и энтропийное кодирование CAVLC/CABAC [1], обеспечивая существенно лучшую компрессию, но требует аппаратной реализации в виде отдельных микросхем-энкодеров. H.265/HEVC – преемник H.264 – вводит кодирование на основе деревьев квадрантов (CTU), улучшенное внутрикадровое предсказание и поддержку параллельной обработки, что позволяет снизить битрейт на 30–50 % [2] при том же качестве, но его аппаратная реализация сложнее и дороже.

Также рассматриваются самые распространенные протоколы, которые используются для передачи сжатого видео в реальном времени. RTP (Real-time Transport Protocol) непосредственно переносит медиапакеты с временными метками и порядковыми номерами, обеспечивая восстановление потока при потерях пакетов. RTSP (Real Time Streaming Protocol) служит для управления потоковым видео с сервера. SRT (Secure Reliable Transport) – современный открытый протокол с автоматическим повторным запросом и упреждающей коррекцией ошибок, поддерживающий сквозное шифрование AES-128/256 [3]; он оптимален для связи с БПЛА или системами видеонаблюдения.

Результаты исследования демонстрируют, что в устройствах с ограниченными вычислительными возможностями выбор метода сжатия является компромиссом между стоимостью, задержкой, энергопотреблением и доступным битрейтом радиоканала. Анализ и сравнение алгоритмов сжатия и протоколов передачи позволяют обоснованно проектировать системы с возможностью передачи видеосигнала в реальном времени, а также выявлять и устранять узкие места в существующих реализациях.

Библиографический список

1. Richardson, I.E.G. The H.264 Advanced Video Compression Standard / I.E.G. Richardson. – 2nd ed. – Wiley, 2010. – 344 p.

2. Sullivan, G.J. Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard / G.J. Sullivan, J.-R. Ohm, W.-J. Han, T. Wiegand // IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology. – 2012. – Vol. 22, No. 12. – P. 1649–1668.

3. SRT Alliance. SRT Protocol Technical Overview [Электронный ресурс]. – URL: https://www.srtalliance.org/ (дата обращения: 13.04.2026).

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМАНДЫ EXPLAIN ANALYZE ДЛЯ АНАЛИЗА И ОПТИМИЗАЦИИ SQL-ЗАПРОСОВ В POSTGRESQL

А.А. Масевнин
Научный руководитель – Бабаев С.И., канд. техн. наук

Современные информационные системы активно используют базы данных для хранения и обработки больших объёмов информации. Производительность таких систем напрямую зависит от эффективности выполнения запросов к базе данных. При работе с большими объёмами данных неоптимальные SQL-запросы могут существенно снижать скорость работы приложений и увеличивать нагрузку на сервер базы данных, что особенно критично для высоконагруженных систем [3].

Одной из наиболее распространённых систем управления базами данных является PostgreSQL, которая предоставляет развитые средства анализа и оптимизации выполнения запросов [1]. Одним из ключевых инструментов

диагностики является команда EXPLAIN ANALYZE, позволяющая получить подробную информацию о плане выполнения SQL-запроса и фактических характеристиках его выполнения [1, 2].

Команда EXPLAIN ANALYZE применяется для исследования структуры выполнения запроса и выявления неэффективных операций обработки данных. В отличие от команды EXPLAIN, она выполняет сам запрос и отображает реальные показатели времени выполнения, количество обработанных строк и число повторений операций. Это позволяет сопоставить оценочные параметры оптимизатора с фактическими результатами выполнения запроса и выявить расхождения, вызванные неточной статистикой базы данных [1].

Анализ плана выполнения даёт возможность определить способ доступа к данным, используемый системой управления базами данных. Например, при отсутствии индексов система использует последовательное сканирование таблицы, что приводит к увеличению времени выполнения запроса. Создание индексов позволяет существенно сократить объём обрабатываемых данных и повысить производительность, особенно при работе с выборками по условию.

В работе рассматриваются примеры анализа SQL-запросов с использованием команды EXPLAIN ANALYZE. Показано, что применение индексации и корректная структура запросов позволяют значительно уменьшить время выполнения операций. Также исследуется влияние различных способов соединения таблиц на производительность выполнения запросов, включая использование вложенных циклов и альтернативных методов соединения. Дополнительно отмечается, что регулярное обновление статистики базы данных играет важную роль в корректной работе оптимизатора запросов.

Полученные результаты демонстрируют, что использование инструментов анализа планов выполнения запросов позволяет выявлять неэффективные операции доступа к данным и принимать обоснованные решения по оптимизации структуры базы данных и SQL-запросов. Применение команды EXPLAIN ANALYZE является важным этапом диагностики и повышения производительности информационных систем, использующих реляционные базы данных.

Библиографический список

1. PostgreSQL: официальная документация [Электронный ресурс]. – URL: https://www.postgresql.org/docs/ (дата обращения: 17.03.2026).

2. Моргунов, Е.П. PostgreSQL. Основы языка SQL: учеб. пособие / Е. П. Моргунов; под ред. Е. В. Рогова, П. В. Лузанова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 336 с.

3. Маркин, А.В. Базы данных. PostgreSQL: учебник для вузов / А. В. Маркин. – М.: Юрайт, 2026. – 828 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ИНТЕРВАЛОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ КОММЕРЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Д.В. Мелёхин
Научный руководитель – Устюков Д.И., канд. техн. наук

В работе проведён сравнительный анализ методов прогнозирования состояния моторного масла для оптимизации интервалов его замены в коммерческом транспорте. Рассмотрены традиционный регламентный метод, статистический (пороговый) метод, гибридная модель ANN+PCA, а также перспективный метод на основе рекуррентных нейронных сетей LSTM.

Актуальность исследования обусловлена тем, что фиксированные интервалы замены масла, рекомендованные производителями, не учитывают реальные условия эксплуатации (нагрузку, температурный режим, стиль вождения). Это приводит либо к перерасходу ресурсов, либо к ускоренному износу двигателей. В современной практике технического обслуживания автотранспорта наблюдается переход от регламентных стратегий к более эффективным, основанным на анализе данных.

В ходе работы было установлено, что регламентный метод прост, но имеет низкую точность и не адаптивен к реальным условиям. Пороговый метод требует дорогостоящего лабораторного анализа и неприменим в реальном времени. Гибридная модель ANN+PCA, несмотря на высокую точность (89% по сравнению с экспертной оценкой) в исследовании Rodrigues et al., также основана на лабораторных пробах, не учитывает историю эксплуатации и не работает с бортовыми данными [1]. Таким образом, ни один из рассмотренных методов не позволяет динамически корректировать интервал замены масла в реальном времени на основе данных с ЭБУ.

В качестве перспективного решения предложено использование рекуррентных нейронных сетей LSTM. Данный тип сетей способен анализировать временные ряды эксплуатационных параметров (температура масла, нагрузка, обороты, расход топлива и др.) и учитывать историю работы транспортного средства, что подтверждается успешным применением LSTM в смежных задачах предиктивного обслуживания [2]. Определены этапы реализации LSTM: сбор и подготовка данных, проектирование архитектуры, обучение и валидация, интеграция в бортовую систему.

Предложенный подход позволит оптимизировать обслуживание коммерческого транспорта, снизить эксплуатационные издержки и повысить ресурс двигателей.

Библиографический список

1. Rodrigues J., Costa I., Torres Farinha J., Mendes M., Margalho L. Predicting motor oil condition using artificial neural networks and principal component analysis // Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability. – 2020. – Vol. 22, No. 3. – P. 440–448. – DOI: 10.17531/ein.2020.3.6.

2. An integrated deep learning approach for predictive vehicle maintenance // Decision Analytics Journal. – 2025. – Vol. 16. – 100597.

АЛГОРИТМЫ СЖАТИЯ ВИДЕО: ПРИНЦИПЫ, СТАНДАРТЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Н.И. Сеничкин
Научный руководитель – Костров Б.В., д-р техн. наук, профессор

Стремительное развитие мультимедийных технологий привело к широкому использованию цифрового видео в различных областях, включая потоковые платформы, системы видеонаблюдения, телемедицину, виртуальную и дополненную реальность, а также видеоконференции. Однако видеоданные характеризуются большими объемами, что создает проблемы при хранении, передаче и обработке в режиме реального времени, особенно в условиях ограниченной ширины полосы пропускания и аппаратных ресурсов.

Целью данной работы является анализ ключевых алгоритмов и стандартов сжатия видео, а также оценка их принципов, преимуществ, ограничений и областей применения. Сжатие видео основано на сокращении трех типов избыточности: пространственной, временной и психовизуальной. Пространственная избыточность возникает из-за корреляции между соседними пикселями, временная избыточность - из-за сходства между последовательными кадрами, а психовизуальная избыточность - из-за особенностей зрительного восприятия человека.

Чтобы устранить эти типы избыточности, используется комбинация методов, включающая дискретное косинусное, оценку движения и компенсацию для прогнозирования изменений между кадрами, квантование для снижения точности данных и методы энтропийного кодирования, такие как кодирование Хаффмана и контекстно-адаптивное арифметическое кодирование. Эти методы лежат в основе большинства современных систем видеосъемки.

В работе рассматриваются как внутрикадровые, так и межкадровые методы сжатия. Внутрикадровое сжатие обрабатывает каждый кадр независимо и широко используется в алгоритмах сжатия изображений. При межкадровом сжатии используются временные зависимости между кадрами, значительно повышая эффективность сжатия. Особое внимание уделяется методам оценки движения, которые обеспечивают точное представление движения при приемлемых вычислительных затратах.

Проведен сравнительный анализ основных стандартов сжатия видео, таких как широко используемый кодек H.264/AVC, H.265/HEVC, бесплатные кодеки VP9 и AV1, H.266/VVC.

В дополнение к традиционным подходам, современные исследования фокусируются на методах сжатия на основе нейронных сетей. Но в настоящее время эти методы ограничены высокой вычислительной сложностью и отсутствием стандартизации.

В заключение следует отметить, что сжатие видео остается важной областью обработки цифрового сигнала, которая требует соблюдения баланса между степенью сжатия, качеством изображения, вычислительной сложностью и совместимостью аппаратного обеспечения. Многообещающим направлением для дальнейшего развития является интеграция классических методов с подходами машинного обучения, которые могут повысить эффективность систем сжатия видео.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М.В. Сурма
Научный руководитель – Костров Б.В., д-р техн. наук, профессор

В условиях быстро растущих объемов хранимой информации, вопрос оптимизации потребления памяти стоит особенно остро. Сложно представить информационную систему без графической информации. Исходный размер изображений крайне велик, а их количество с каждым годом только увеличивается. Специфика сжатия изображений заключается в отсутствии универсальных алгоритмов, показывающих стабильный результат на любых входных данных. Выбор кодека влияет не только на степень уменьшения хранимых данных, но и на скорость работы с ними в дальнейшем.

Для анализа показателей алгоритмов требуется определиться с порядком классифицирования изображений [1]. Основными отличительными характеристиками, на основе которых строится классификация, является количество цветов, их переходы и границы. Полагаясь на данные свойства можно выделит 2 класса по цветности: цветные, черно белые; 2 по характеристики переходов цветов и их количеству: деловая графика, натуральные изображения. Деловая графика подразумевает под собой четкие границы, минимализм цветов и малую глубину цвета.

Заключения, что претендуют на объективность, должны подкрепляться снятыми показателями – метриками. Изображения не существуют в вакууме, алгоритмы учитывают специфику зрительного восприятия человека, являющегося конечным потребителем. Для объективной оценки результатов сжатия недостаточно посчитать СКО и коэффициентов сжатия. Именно поэтому применяются более специфические метрики – SSIM и PSNR [2].

Методологическая основа данной работы – эксперимент. Основной задачей является получение зависимостей работы алгоритмов сжатия на различных классах изображений, оценок времени и сжатия. Рассматриваемые показатели: время кодирования, время декодирования, коэффициент сжатия (CR), пиковое отношение сигнала к шуму (PSNR), индекс структурного сходства (SSIM). MSE не берется в учет по причине его обратно пропорционального отношения к PSNR. Для реализации процессов кодирования и расчетов используется python. Данные инструмент, а именно его библиотека pillow, является широко распространенным в практических задачах кодирования. Рассматриваемые форматы: jpeg, jxl (jpeg xl), avif, heic, webp, qoi, png.

Полученные результаты подчеркивают важность осознанного подхода к выбору кодеков, позволяют систематизировать представления о форматах представления растровой информации.

Библиографический список

1. Самаров, Е. К. Сравнительный анализ алгоритмов сжатия изображений / Е. К. Самаров // Электротехнические и информационные комплексы и системы. — 2019. — Т. 15, № 2.

2. Родионов, Д. Г. Метод анализа аэрофотоснимков с БПЛА на основе SSIM и MSE для оценки надежности технических систем / Д.Г. Родионов // Программные системы и вычислительные методы. — 2025. — № 2.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОКОННЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СПЕКТРОГРАММ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

Н.А. Попов
Научный руководитель – Костров Б.В. д-р техн. наук, профессор

В работе исследуется влияние оконных функций на качество спектрального анализа сигналов и построение спектрограмм с использованием кратковременного преобразования Фурье (STFT) [1-3]. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения точности и наглядности частотно-временного анализа сигналов в условиях шумов.

На первом этапе обоснована важность спектрограмм как эффективного инструмента анализа нестационарных сигналов. Показано, что ключевым фактором, определяющим качество спектрального представления, является выбор оконной функции, применяемой перед вычислением спектра.

Далее рассмотрена математическая сущность оконного преобразования, заключающегося в умножении сигнала на весовую функцию, что позволяет снизить спектральную утечку. Подчёркивается наличие компромисса между частотным разрешением (шириной главного лепестка) и уровнем подавления боковых лепестков [4].

Проведён сравнительный анализ оконных функций Ханна, Хэмминга и Блэкмана по основным характеристикам: ширине главного лепестка, уровню и скорости затухания боковых лепестков, а также эквивалентной шумовой полосе [5]. Для повышения устойчивости спектральных оценок применён метод Уэлча.

Экспериментальное исследование выполнено в среде MATLAB. В качестве исходного сигнала использовалась синтетическая звуковая последовательность — гамма первой октавы, сформированная как сумма гармонических сигналов с различными частотами. Для моделирования реальных условий к сигналу добавлялся аддитивный белый гауссов шум.

Результаты показали, что:

- прямоугольное окно обеспечивает высокое частотное разрешение, но сопровождается значительной спектральной утечкой;
- окна Ханна и Хэмминга обеспечивают оптимальный баланс между разрешением и подавлением шума;
- окно Блэкмана наиболее эффективно подавляет боковые лепестки, но ухудшает различимость близких частот.

Анализ спектрограмм подтвердил, что применение оконных функций существенно улучшает качество визуализации частотно-временных характеристик сигнала по сравнению с прямоугольным окном.

В заключении даны практические рекомендации по выбору оконных функций в зависимости от задач анализа, а также обозначены перспективы дальнейших исследований, включая разработку адаптивных методов выбора окон и применение роевых алгоритмов для оптимизации параметров обработки сигналов.

Библиографический список

1. Оппенгейм А. В., Шафер Р. В. Цифровая обработка сигналов. — М.: Техносфера, 2006. — 856 с.

2. Проакис Дж. Г., Манолакіс Д. Г. Цифровая обработка сигналов: принципы, алгоритмы и применение. Вильямс, 2007. — 1072 с.

3. Оппенгейм А. В., Шафер Р. В., Бак Дж. Р.. Дискретные сигналы и системы. — М. : Техносфера, 2012. — 640 с.

4. Allen J. B., Rabiner L. R. A unified approach to short-time Fourier analysis and synthesis // Bell System Technical Journal. — 1977. — Vol. 56, № 8. — P. 1555–1577.

5. Фредерик Дж. Харрис. On the Use of Windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transform // Proceedings of the IEEE. — 1978. — Vol. 66, № 1. — P. 51–83.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

И.С. Семенин

Научный руководитель – Костров Б.В., д-р техн. наук, профессор

Современные информационные системы активно используют методы компьютерного зрения для автоматического обнаружения объектов на изображениях [1]. Производительность таких систем напрямую зависит от эффективности алгоритмов детекции, особенно при работе в реальном времени, когда требуется одновременно высокая точность и скорость обработки. В условиях растущих объёмов визуальных данных выбор оптимального метода детекции становится критически важным для обеспечения надёжности систем компьютерного зрения.

Одними из наиболее распространённых нейросетевых методов обнаружения объектов являются YOLO, Faster R-CNN и SSD [2], которые демонстрируют высокие результаты в задачах видеонаблюдения, беспилотного транспорта и робототехники. Ключевым инструментом сравнительного анализа является экспериментальная оценка их работы на тестовых изображениях с последующим вычислением метрик точности и быстродействия.

В отличие от теоретического сравнения архитектур, экспериментальный подход позволяет получить реальные показатели времени инференса, значения средней точности (mAP) и визуально оценить качество выделения объектов. Это даёт возможность сопоставить заявленные характеристики моделей с фактическими результатами их работы и выявить оптимальный метод для заданных условий эксплуатации.

Анализ результатов детекции позволяет определить способность каждого метода обрабатывать изображения с разным количеством объектов и уровнем перекрытий. Faster R-CNN благодаря двухэтапной архитектуре показывает высокую точность при обнаружении мелких объектов, но уступает YOLO в скорости. YOLO обеспечивает работу в реальном времени за счёт одноэтапного подхода, что критично для систем видеонаблюдения. SSD занимает промежуточное положение, предлагая компромисс между точностью и скоростью.

В работе рассматриваются примеры анализа изображений с использованием трёх методов детекции. Показано, что применение YOLOv8 позволяет достичь наилучшего баланса между точностью и скоростью. Также исследуется влияние архитектурных особенностей каждого метода на качество обнаружения объектов разных размеров и в условиях перекрытий. Дополнительно отмечается, что выбор предобученной модели играет важную роль в итоговом качестве детекции.

Полученные результаты демонстрируют, что использование экспериментального сравнения методов обнаружения объектов позволяет выявлять их сильные и слабые стороны и принимать обоснованные решения по выбору алгоритма для конкретных прикладных задач. Применение количественных метрик и визуального анализа является важным этапом повышения эффективности систем компьютерного зрения.

Библиографический список

1. Николенко С. И., Кадурин А. А., Архангельская Е. О**.** Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. *— СПб.: Питер, 2018. — 480 с.*

2. Борзов С.М., Нежевенко Е.С., Потатуркин О.И. Исследование эффективности популярных нейросетевых моделей детектирования объектов в поле наблюдения // Вычислительные технологии. – 2023. – Т. 28. – № 6. – С. 68-80. – ISSN 1560-7534.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ERP-СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКУПКАМИ

С.С. Сенькин
Научный руководитель – Клейносова Н.П., канд. пед. наук, доцент

В современном мире управление закупками на промышленных предприятиях и в организациях сферы услуг остается слабо автоматизированным. Заявки на материалы и комплектующие передаются по электронной почте, в мессенджерах или на бумажных носителях, а отдел закупок ведет учет в электронных таблицах. Такой подход приводит к дублированию заказов, отсутствию контроля остатков бюджета и несвоевременному выявлению дефицита или перепрофицита склада. Одним из наиболее эффективных решений данной проблемы является использование ERP-системы (Enterprise Resource Planning) с модулем управления закупками [1].

Для автоматизации закупок в составе ERP-системы применяется алгоритм расчета потребности в материалах MRP (Material Requirements Planning). Принцип работы алгоритма заключается в ежедневном сравнении текущего остатка по каждой позиции номенклатуры со страховым запасом. Если остаток снижается ниже страхового уровня, система автоматически формирует рекомендацию на закупку. Объем заказа предлагается вычислять по формуле:

$$V = (D \times T) + S – R, \quad (1)$$

где V — объем заказа, D — среднедневной расход, T — время поставки в днях, S — страховой запас, R — текущий остаток. Данный алгоритм исключает ручной расчет и позволяет предотвратить как дефицит, так и избыточное накопление запасов [2].

Ещё одним инструментом, который может быть реализован в ERP-системе, является автоматический выбор поставщика на основе количественных показателей. Система накапливает историю закупок по каждому контрагенту. Для оценки предлагается использовать три параметра: доля поставок с нарушением срока, доля бракованных товаров и отклонение финальной цены от начального коммерческого предложения. Интегральный рейтинг поставщика предлагается рассчитывать как средневзвешенную сумму с весовыми коэффициентами 0,5 для доли брака, 0,3 для

доли просрочек и 0,2 для ценового отклонения. Направление заказа поставщику с максимальным рейтингом позволяет минимизировать субъективный фактор при выборе контрагента.

Кроме того, в ERP-системе может быть реализован механизм контроля бюджета в реальном времени. Перед созданием заказа система проверяет условие: сумма заявки не должна превышать остаток бюджета по соответствующей статье. При нарушении данного условия предлагается блокировать создание заказа и выдавать пользователю сообщение о превышении лимита. Такой подход переводит финансовый контроль из постфактумного в превентивный.

В ходе работы были определены условия, необходимые для эффективного функционирования разрабатываемой системы. Первым условием является очистка справочника номенклатуры от дублей, так как наличие одного и того же товара под разными наименованиями приводит к избыточным заказам. Вторым условием является разработка и утверждение регламентов согласования заявок с указанием уровней полномочий и предельных сумм для каждого уровня.

Таким образом, использование ERP-системы представляет собой эффективный теоретический подход к автоматизации управления закупками. Применение алгоритмов MRP, рейтингования поставщиков на основе трех количественных параметров и контроля бюджета в реальном времени позволяет устранить недостатки ручного учета. Дальнейшая работа предполагает программную реализацию описанных алгоритмов в составе модуля «Закупки» ERP-системы.

Библиографический список

1. О'Лири Д. ERP-системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. – М.: Вершина, 2004. – 272 с.

2. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II. – СПб.: Питер, 2005. – 416 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕЙМИФИКАЦИОННОЙ МЕХАНИКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ФИТНЕС-ПРИЛОЖЕНИЯ

А.Е. Толстунов

Научный руководитель — Тарасов А.С., канд. техн. наук

Современные фитнес-приложения сталкиваются с проблемой удержания аудитории и поддержания устойчивой мотивации пользователей к регулярной физической активности. Наблюдается тенденция к быстрому снижению интереса после начального периода использования, что обусловливает необходимость поиска эффективных инструментов вовлечения. Одним из признанных решений в данной области является геймификация — интеграция игровых элементов в неигровой контекст. Однако практика показывает, что поверхностное добавление таких элементов, как баллы и уровни, не гарантирует долгосрочного эффекта. Следовательно, возникает потребность в системном проектировании геймификационных механик, учитывающих психологические особенности мотивации и специфику фитнес-поведения [1].

Целью доклада является рассмотрение подхода к проектированию геймификационной составляющей фитнес-приложения на основе синтеза принципов

игрового дизайна, поведенческой психологии и анализа пользовательского опыта. В работе анализируются существующие методологические основания геймификации, среди которых особое место занимают теория самодетерминации и концепция внутренней и внешней мотивации. Согласно указанным подходам, наиболее устойчивая вовлечённость пользователей достигается при удовлетворении трёх базовых психологических потребностей: автономии (возможность самостоятельного выбора и контроля), компетентности (ощущение прогресса и развития навыков) и связанности (чувство принадлежности к сообществу) [2]. Кроме того, при проектировании механик целесообразно опираться на октализис-модель, которая позволяет всесторонне оценить мотивационный потенциал различных игровых элементов [3].

На основе теоретического анализа предлагается структурированный подход к проектированию геймификационной механики, включающий несколько последовательных этапов. Первый этап предполагает сегментацию целевой аудитории и формирование мотивационных профилей потенциальных пользователей. Это даёт возможность определить предпочтительные типы игровых взаимодействий для различных групп, поскольку эффективность одних и тех же механик может существенно варьироваться в зависимости от индивидуальных особенностей мотивации [1]. Второй этап заключается в отборе и адаптации конкретных элементов, таких как системы прогрессии, социальные взаимодействия и сценарии персонализации [2]. Третий этап охватывает вопросы валидации проектных решений, что в перспективе позволит оценить баланс между игровыми стимулами и основной функциональностью приложения.

Таким образом, в докладе обосновывается необходимость применения системного подхода к проектированию геймификационных механик фитнес-приложений, опирающегося на современные психологические теории мотивации и принципы игрового дизайна. Предлагаемая структура проектирования может служить основой для создания вовлекающего пользовательского опыта, способствующего долгосрочному удержанию аудитории и повышению эффективности цифровых фитнес-продуктов.

Библиографический список

1. Ryan R.M., Deci E.L. Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness. — New York: Guilford Press, 2017. — 756 p.

2. Zichermann G., Cunningham C. Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2011. — 208 p.

3. Chou Y. Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards. — Fremont: Octalysis Media, 2015. — 514 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАГАЗИНА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

М.В. Петроченко
Научный руководитель – Жулева С.Ю., канд. техн. наук, доцент

Исследование существующих систем оценки работоспособности предприятия.

Для оценки работоспособности магазина компьютерной техники (прибыльность, скорость обработки заказов, удовлетворённость клиентов) используются три класса систем [1].

Первый — BI-системы (Power BI, Tableau). Они обеспечивают визуализацию метрик: выручка, конверсия, остатки. Однако их функционал ограничен описательной аналитикой. Автоматическое ранжирование альтернатив и учёт взаимовлияния критериев отсутствуют [2].

Второй — ERP/CRM-системы (1С:Розница, МойСклад). Они автоматизируют учёт заказов и склада. Аналитика сводится к простым отчётам и ABC/XYZ-анализу. Прогнозирование спроса на уровне SKU и адаптация к быстрому устареванию товаров (видеокарт, процессоров) не реализованы [3].

Третий — алгоритмы принятия решений (AHP, TOPSIS, деревья решений, нейронные сети). Они способны ранжировать поставщиков, прогнозировать возвраты и анализировать отзывы. Но они не являются готовыми системами — требуют интеграции с данными [4].

BI и ERP/CRM дают лишь базовый уровень оценки. Полноценная многокритериальная оценка работоспособности достигается только с применением алгоритмов принятия решений.

Исследование подходов к анализу данных для алгоритмов принятия решений

Для корректного применения алгоритмов выделяют три подхода к анализу данных [5].

Статистический подход (корреляция, регрессия) эффективен для линейных связей. Но поведение покупателей компьютерной техники нелинейно и зависит от внешних факторов (выход новых моделей), что делает его недостаточным.

Интеллектуальный подход (машинное обучение, многокритериальный анализ) включает очистку данных, отбор признаков (время на сайте, способ оплаты), построение моделей. Деревья решений прогнозируют возвраты, нейронные сети анализируют тональность отзывов, AHP и TOPSIS ранжируют ассортимент.

Гибридный подход объединяет статистические и интеллектуальные методы. Например, байесовские сети обновляют вероятности успеха новых категорий, а комбинация AHP и TOPSIS даёт объективные оценки.

Таким образом, среди рассмотренных подходов к анализу данных статистический метод эффективен лишь для линейных задач, интеллектуальный позволяет выявлять сложные нелинейные зависимости, но наиболее перспективным является гибридный подход, компенсирующий ограничения каждого из них. Выбор конкретного подхода зависит от структуры данных, доступной вычислительной мощности и требуемой объяснимости принимаемых решений.

Библиографический список

1. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.

2. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 336 с.

3. Черемных С.В., Семёнов И.О., Ручкин В.С. Моделирование и анализ бизнес-процессов. — М.: Финансы и статистика, 2016. — 208 с.

4. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. — СПб, 2013. — 704 с.

5. Дюк В.А., Самойленко А.П. Data Mining: учебный курс. — СПб, 2001. — 368 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ

С.С. Трихунков

Научный руководитель – Тарасов А.С., канд. техн. наук

Современные цифровые платформы фиксируют просмотры, клики, покупки, поисковые запросы, длительность сессий и последовательности переходов пользователя. Анализ этих данных позволяет прогнозировать вероятность конверсии, оттока, отклика на рекламу и следующего действия в системе. Практическая значимость таких задач связана с персонализацией сервисов, повышением точности рекомендаций и поддержкой решений в электронной коммерции [2, 3].

Для предсказания поведения применяются как классические, так и более сложные методы машинного обучения. На структурированных табличных данных устойчиво работают логистическая регрессия, деревья решений, случайный лес и градиентный бустинг. Их преимуществами остаются интерпретируемость, сравнительно невысокая вычислительная стоимость и удобство практического внедрения [1, 2].

Если поведение пользователя имеет выраженную последовательную природу, возрастает роль глубоких моделей. Рекуррентные сети и архитектуры с механизмом внимания лучше учитывают порядок действий внутри сессии, краткосрочные и дальние зависимости, а также скрытые нелинейные связи между событиями. Однако такие модели требуют большего объёма данных и более сложной настройки [1].

При выборе подхода необходимо учитывать разреженность взаимодействий, дисбаланс классов, проблему холодного старта и изменение интересов пользователя во времени. Поэтому универсального метода не существует: для табличных признаков часто достаточно классических алгоритмов, а для анализа последовательного поведения более перспективны гибридные и глубокие модели [2, 3].

Библиографический список

1. Миронов А.М. Машинное обучение: учеб. пособие. Ч. 1. М.: МАКС Пресс, 2018. 85 с.

2. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 336 с.
3. Ляликова В.Г., Безрядин М.М. Обзор современных рекомендательных систем // Информационные технологии. 2022. Т. 28, № 9. С. 456-464.

СЕКЦИЯ «БИЗНЕС-АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВИТРИН БОЛЬШИХ ДАННЫХ

А.А. Двойнин
Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются вопросы разработки математического и программного обеспечения системы поддержки принятия решений на основе витрин больших данных. Актуальность темы обусловлена ростом объёмов информации, усложнением управленческих процессов и необходимостью повышения качества принимаемых решений в условиях ограниченности времени и ресурсов. В этих условиях особое значение приобретают витрины данных, позволяющие упорядочить разрозненную информацию, подготовить её к анализу и использовать в качестве основы для выработки обоснованных управленческих рекомендаций [1].

Рассмотрены особенности построения систем поддержки принятия решений на основе витрин данных, включая анализ существующих архитектурных подходов, сравнение зависимых, независимых и гибридных витрин, а также оценку их пригодности для работы с большими объёмами разнородной информации. Основное внимание уделено задаче выбора такой архитектуры, которая обеспечивала бы согласованность данных, возможность их оперативного обновления и дальнейшего использования в аналитических процедурах. По результатам анализа в качестве наиболее подходящего варианта рассматривается гибридная организация витрин данных [1].

Описаны возможности применения методов многокритериального выбора для построения аналитического ядра системы. Такие методы позволяют учитывать совокупность экономических, производственных и организационных критериев, определять их относительную значимость и формировать ранжирование допустимых альтернатив. Особое значение имеет сочетание формализованных методов принятия решений с программными средствами обработки данных, что позволяет перейти от простого накопления показателей к их практическому использованию в управлении [2].

Практическая значимость работы связана с проектированием программного комплекса, обеспечивающего взаимодействие с витринами данных, автоматизацию расчётов и получение интерпретируемых результатов для лица, принимающего решение. Предлагаемый подход позволяет повысить обоснованность управленческих решений, сократить время аналитической подготовки и создать основу для дальнейшего развития интеллектуальных средств поддержки управления. Проведённое исследование показывает перспективность дальнейшей разработки таких систем для решения прикладных задач управления в организациях [1, 2].

Библиографический список

1. Кимбалл Р., Росс М. Инструментарий хранилища данных. — М.: Вильямс, 2013. — 672 с.

2. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕБ-СЕРВИСОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УНИКАЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Т.С. Васильева
Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

Визуальный контент стал ключевым фактором доверия в цифровой среде: 95% покупателей B2B рассматривают изображения как заслуживающий доверия маркер при оценке бизнеса [1]. Однако с ростом объемов изображений ручная оценка уникальности визуального контента становится практически невозможной. Существующие системы (TinEye, Google Lens) решают лишь задачу поиска полного или частичного плагиата, но не оценивают концептуальную уникальность – отличие идеи, композиции, эмоционального посыла от всего массива контента. В связи с вышесказанным актуальной является разработка веб-сервиса, автоматически определяющего уникальность изображения на основе методов машинного обучения с интерпретируемым для пользователя результатом.

В докладе рассматриваются понятие уникальности, составляющие уникальности, методы автоматического выделения составляющих, также предлагается оригинальный интерпретируемый способ расчета уникальности.

Выделены следующие составляющие уникальности, определяемые методами компьютерного зрения: цветовая составляющая (гистограммы с последующим квантованием), объектная составляющая (детекция объектов с помощью CNN [2]), эмоциональная составляющая (классификация эмоций изображения), также ассоциативная составляющая (семантические ассоциации к тегам через эмбеддинги).

Предложен интерпретируемый метод расчета уникальности. Все составляющие делятся на две группы: категориальные (объекты, окружение, ассоциации) и численные (цветовая). Категориальные признаки кодируются в бинарный вектор фиксированной длины (0 – признак отсутствует, 1 – признак присутствует) на основе заранее известного словаря всех возможных значений. Например, если словарь = [«стол», «стул», «стеллаж»], то вектор [«стол»] кодируется как [1,0,0].

Уникальность вычисляется отдельно для категориального и цветового векторов. Предполагается, что уникальность лежит в пределах от 0% до 100%. В случае, если вектор полностью совпадает с каким-либо уже записанным в системе вектором – уникальность 0%. Если не совпадает ни с одним – уникальность 100%. При частичном совпадении уникальность принимает дискретные значения. Шаг изменения уникальности зависит от количества всех возможных слов в словаре и от количества уже имеющихся векторов.

Пример. Пусть словарь содержит 2 слова, также в сервисе уже есть один вектор. Возможные значения уникальности: 0, 1/2, 1. Если новый вектор [0,0], а существующий вектор [0,0] – уникальность 0; если существующий вектор или [0,1], или [1,0] – уникальность составляет 1/2 (совпадение на одной позиции); в случае, если существующий вектор [1,1], то уникальность составит 1. Для цветовой составляющей применяется квантование, после данный вектор также становится бинарным, и к вектору применяется аналогичная формула.

Для обеспечения максимальной интерпретируемости результатов в интерфейсе веб-сервиса требуется реализовать раздельное отображение двух независимых показателей уникальности, позволяя пользователю видеть, какая составляющая обеспечивает выделение изображения из общей массы, и принимать взвешенные решения при доработке контента.

Библиографический список

1. Ziflow. Visual Content Statistics 2023 [Электронный ресурс]. URL: https://www.ziflow.com (дата обращения: 12.04.2026).

2. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition // CVPR. 2016. P. 770–778.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЁМОВ ПРОИЗВОДСТВА

А.Е. Ефимов

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

В работе представлена формализация задачи прогнозирования объёмов производства для предприятий со случайным характером выпуска продукции. Особенностью таких предприятий является зависимость объёма выпуска от совокупности факторов, часть из которых носит стохастический характер, что усложняет процесс построения точных прогнозов и требует применения методов анализа данных.

В рамках работы рассматривается переход от теоретического анализа методов прогнозирования к построению прикладной модели, учитывающей особенности предметной области. Показано, каким образом задача прогнозирования может быть сведена к задаче анализа временных рядов и выявления зависимостей между ключевыми параметрами производственного процесса.

В качестве основного подхода рассмотрен метод регрессионного анализа, позволяющий установить количественную зависимость между объёмом выпуска продукции и влияющими на него факторами. В работе обоснован выбор данного метода с учётом доступности статистических данных и требований к интерпретируемости модели в условиях производственной среды. Представлен разработанный алгоритм расчёта коэффициентов регрессионной модели, основанный на обработке накопленных данных предприятия.

Особое внимание уделено этапу подготовки данных, который включает сбор, очистку и структурирование информации. Показано, каким образом осуществляется выявление и устранение аномальных значений, а также формирование выборки, пригодной для построения модели прогнозирования.

Полученные результаты будут использованы для определения направлений дальнейшего развития исследования, включая уточнение модели, расширение набора учитываемых факторов и последующую программную реализацию алгоритма в составе информационной системы.

Библиографический список

1. Нильсен, Э. Практический анализ временных рядов: прогнозирование со статистикой и машинное обучение.: Пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2021. – 544 с.

2. Ж.Н. Моисеенко Прогнозирование и планирование деятельности предприятия: учебное пособие - Донской ГАУ: Персиановский, 2019. – 154 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНДЕКСОВ И ПРОФИЛИРОВАНИЯ ЗАПРОСОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ

В.Э. Денисов
Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

В работе представлены результаты проведенного экспериментального исследования производительности реляционных СУБД. Цель работы — комплексное изучение влияния индексирования и профилирования SQL-запросов на время отклика базы данных [1, 2].

Сравнение PostgreSQL и MySQL проводилось на наборах данных объемом от 10 000 до 5 000 000 записей. Оценивались время выполнения, план запроса, использование индексов и нагрузка на процессор. Установлено, что при высококардинальных столбцах PostgreSQL демонстрирует более высокую эффективность индексного доступа; выявлены различия в стратегиях соединений: hash join в PostgreSQL против nested loop в MySQL по умолчанию.

Профилирование выполнялось средствами EXPLAIN ANALYZE (PostgreSQL) и SHOW PROFILE (MySQL). Выявлены основные узкие места: последовательное сканирование таблиц (Seq Scan), избыточный SELECT*, неоптимальные условия JOIN. Устранение перечисленных проблем обеспечило ускорение тестовых запросов в 3–5 раз и снижение времени выполнения на 40–70 % без изменения логики приложения [3].

Экспериментально подтверждено, что выбор типа индекса (B-tree, Hash, GIN) критичен для точечных и диапазонных выборок: правильно подобранный индекс сокращает время отклика на несколько порядков. Вместе с тем избыточное индексирование увеличивает накладные расходы на операции INSERT и UPDATE, что необходимо учитывать при проектировании схемы базы данных.

Сделан вывод о необходимости системного подхода к оптимизации: сочетания грамотного проектирования схемы, регулярного профилирования и мониторинга производительности в условиях изменяющейся нагрузки.

Библиографический список

1. Домбровская Г., Новиков Б., Бейликова А. Оптимизация запросов в PostgreSQL / пер. с англ. Д. А. Беликова. — М.: ДМК Пресс, 2022. — 278 с. — ISBN 978-5-97060-963-7.

2. Ботрос С., Тинли Дж. MySQL по максимуму / пер. с англ. — 4-е изд. — СПб.: Питер, 2023. — 432 с. — ISBN 978-5-4461-2261-5.

3. Васильченко А. М., Мозолевский Д. И. Методы оптимизации запросов к базам данных для ускорения аналитики // Актуальные исследования. — 2022. — № 3 (82). — DOI: 10.5281/zenodo.14759315.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ КОРПОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

И.Е. Гусева
Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

В современных условиях организации не-IT-сферы всё чаще заимствуют управленческие практики из IT-индустрии, однако процесс такого заимствования

часто происходит хаотично и без адаптации, что приводит к отторжению инструментов сотрудниками [1]. Особенно остро эта проблема стоит в государственных учреждениях молодежной политики, где проектная деятельность сочетает творческую составляющую с жесткими требованиями к отчетности, а сотрудники обладают разнородным уровнем цифровой грамотности [2].

Цель работы — разработка концепции корпоративной системы управления проектами (КСУП), адаптированной для цифровизации процессов контроля на примере Молодежного центра Рязанской области.

В ходе исследования проведен анализ текущего состояния «AS IS» с использованием методов интервью (три глубинных интервью с сотрудниками разных уровней), анализа документов и включенного наблюдения. Выявлены ключевые проблемы: множественность несвязанных каналов коммуникации (почта, мессенджеры, личные переговоры), размытость ответственности за выполнение задач, децентрализованное хранение информации, а также неудачный опыт предыдущих попыток внедрения инструментов без учета специфики деятельности [3].

Методологической базой работы выступили гибкие подходы Agile (Kanban и User Stories). Предложена их адаптация для сотрудников без IT-бэкграунда: разработана Kanban-доска с колонками, отражающими реальные этапы проектов («Идеи/Запланировано», «В работе (есть ответственный)», «На согласовании», «Выполнено/Отчет сдан»), а также шаблон описания задач в стиле User Story, переводящий фокус с формального действия на ценность результата [4].

На основе сформулированных функциональных требований и ролевой модели (администратор, руководитель проекта, исполнитель) создан интерактивный прототип системы в Figma. Прототип демонстрирует решение ключевых проблем: единое визуальное пространство для задач, явное распределение ответственности и автоматическую генерацию отчетности. Первичная апробация прототипа подтвердила жизнеспособность предложенной концепции и ее соответствие реальным потребностям сотрудников.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанная концепция может быть использована для реального внедрения в деятельность Молодежного центра, а предложенный подход к адаптации IT-практик применим для цифровизации других учреждений социальной сферы.

Библиографический список

1. Брусов А.С. Концепция Agile: возможности и перспективы применения в государственном управлении (обзор публикаций) // Вопросы государственного и муниципального управления. 2022. № 2. С. 134–158.

2. Борисов Н.С. Применение методов Agile в управлении проектами // Индустриальная экономика. 2021. № 1. С. 74–77.

3. Комов В. ГосAgile — гибкость в рамках регламентов / В. Комов // Финансовый университет при Правительстве РФ. 2025.

4. Чуланова О.Л. Технология управления проектами и проектными командами на основе методологии гибкого управления проектами Agile // Вестник евразийской науки. 2018. Т. 10. № 1. С. 1–11.

РАЗРАБОТКА И МОДЕРНИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

А.А. Харитонов
Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются вопросы разработки и модернизации алгоритмов автоматизированного составления расписания на производственном предприятии. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения эффективности производственного планирования в условиях ограниченности ресурсов, технологической взаимосвязанности операций, календарных ограничений и жестких требований к срокам выполнения заказов. В таких условиях эффективность классических методов точной оптимизации снижается, что повышает интерес к эвристическим и метаэвристическим подходам [2].

Рассмотрены особенности производственного планирования, включая анализ ресурсных ограничений, технологических зависимостей и факторов, влияющих на качество построения расписания. Основное внимание уделено задаче формирования и корректировки производственного плана в изменяющейся среде, где требуется не только построение начального расписания, но и его адаптация при изменении исходных данных и появлении отклонений в ходе исполнения.

Описаны возможности применения генетического алгоритма для решения задач производственного расписания. Генетический алгоритм позволяет учитывать многокритериальный характер задачи, включая длительность производственного цикла, стоимость выполнения операций, загрузку ресурсов и штрафы за нарушение ограничений [1]. Особое значение имеет модернизация алгоритма за счет использования способа кодирования, при котором гены задают относительный выбор допустимых операций и ресурсов. Такой подход обеспечивает совместимость алгоритма с динамической производственной средой и позволяет формировать более гибкие решения [1, 2].

Практическая значимость работы связана с рассмотрением задачи составления расписания как элемента интегрированного производственного контура. Результаты контроля качества после особо ответственных операций предлагается использовать для корректировки оперативного расписания, что позволяет перейти от статического планирования к адаптивному перепланированию. Такой подход способствует более рациональному использованию оборудования и персонала, снижению межоперационных ожиданий и повышению устойчивости производственного процесса [2].

Проведенное исследование показывает перспективность дальнейшей модернизации генетического алгоритма при решении задач автоматизированного составления расписаний на производственном предприятии [1, 2].

Библиографический список

1. Goldberg D. E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. Reading, MA: Addison-Wesley, 1989.

2. Pinedo M. Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems. 5th ed. Cham: Springer, 2016.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦИИ ФИНАНСОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

И.С. Иванов
Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

Автоматизация проведения финансового планирования и анализа играет важную роль в развитии экономики предприятий. Своевременное получение прогнозов и анализ финансовых показателей необходим для принятия эффективных и актуальных управленческих решений. Программное обеспечение, автоматизирующее финансовое планирование способно улучшить точность прогнозов, уменьшить трудозатратность планирования, повысить степень финансового контроля и находить узкие места в работе предприятий, тем самым повышая эффективность работы предприятия. Таким образом применение данных систем позволяет оптимизировать работу предприятия и поможет ставить и выполнять стратегические задачи предприятия.

В докладе рассматривается процесс внедрения системы финансового планирования, использующей современные методы машинного обучения для составления предварительных прогнозов. Были отмечены особенности внедрения подобных систем и сопутствующие проблемы. Запуск подобных систем требует внимания не только к разрабатываемым и используемым алгоритмам, но и к обучению персонала и диалогу с представителями предприятий. Бизнесу важно четко понимать риски подобных систем и видеть эффект от их применения.

Задача финансового прогнозирования заключается оценке будущих финансовых показателей компании на основе исторических данных, текущих тенденций и внешних факторов. Финансовое планирование создает условия для развития бизнеса. Оно заключается в исследовании конкретных перспектив развития финансов экономического субъекта в будущем и позволяет делать обоснованные предположения об объемах и направлениях использования финансовых ресурсов предприятия на перспективу [1].

Помимо этого, был произведен анализ эффективности применений разных алгоритмов машинного обучения при осуществлении прогнозирования поведения финансовых рядов и выявлены направления для их улучшения. В докладе была произведена оценка точности таких методов как нейронные сети на основе LSTM-ячеек и метода градиентного спуска (XGBoost). Отмечено, что применение ансамбля моделей позволяет достичь наибольшей точности путем объединения преимуществ перечисленных методов [2].

Помимо этого в докладе приводится описание архитектуры системы финансового планирования, использующей методы машинного обучения. Особое внимание выделено интеграции в экосистему предприятия. Данный этап является важным в связи с потребностью алгоритмов машинного обучения в оперативном доступе к разным источникам, как внутренним, так и внешним. Грамотное взаимодействие между системами позволит вовремя производить обучение используемых моделей на новых данных, а также управлять ими и отслеживать их поведение.

В случае успешного внедрения программного обеспечения должна увеличиться эффективность процесса планирования на предприятии, что в свою очередь увеличит прибыль и коэффициент оборачиваемости денежных средств компании.

Также применение данных информационных систем позволит сотрудникам сосредотачиваться на более важных задачах.

Библиографический список

1. Евдокимов, А. И. Применение машинного обучения и искусственного интеллекта в макроэкономическом прогнозировании и финансовом планировании / А. И. Евдокимов // Modern Economy Success. – 2024. – № 3. – С. 324-330. – DOI 10.58224/2500-3747-2024-3-324-330. – EDN MYYGJI.

2. Кяжкина В. А. О СУЩНОСТИ ФИНАНСОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ / Кяжкина В. А. // Экономика и социум. — 2017. — № 1-1 (32). — С. 1072-1075.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ВЕБ-СИСТЕМЫ НА ПЛАТФОРМЕ BLAZOR

А.В. Рябинин

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

ПЭТ-преформы являются исходной заготовкой для последующего выдува пластиковых бутылок и других ёмкостей; качество преформ напрямую влияет на качество готовой тары, производительность линии, расход материала и эксплуатационные затраты оборудования. Поэтому задачи своевременного выявления производственных дефектов и контроля качества в данной предметной области остаются практически значимыми для предприятий, выпускающих упаковочную продукцию [1].

Доклад посвящён проектированию и реализации веб-системы на платформе Blazor для программно-аппаратного комплекса Kvantron.Preforms, предназначенного для определения и классификации дефектов ПЭТ-преформ. В исходном варианте система реализована на Windows Forms; в рамках работы рассматривается переход к современному веб-ориентированному решению на базе Blazor и MudBlazor, с учётом дальнейшей эксплуатации в Linux-среде.

Актуальность работы определяется необходимостью повышения качества контроля ПЭТ-преформ на производственных линиях, снижения доли брака и уменьшения технологических потерь. Дополнительную значимость теме придаёт задача импортозамещения: в докладе отдельно подчёркивается отсутствие в России широко распространённых аналогов подобного программного обеспечения, а также необходимость обеспечить более гибкую и масштабируемую архитектуру для возможной работы с несколькими линиями.

Цель работы состоит в модернизации существующего программно-аппаратного комплекса путём переноса пользовательского интерфейса на Blazor с использованием MudBlazor и обеспечением совместимости с Linux. Для достижения цели поставлены задачи анализа текущей архитектуры, изучения особенностей проектирования ПО на Blazor, переноса интерфейса, адаптации отдельных модулей и проверки сохранения работоспособности основных функций комплекса.

Научная новизна заключается в исследовании и практической апробации подхода к переносу специализированного промышленного ПО с классического настольного интерфейса WinForms на современную веб-ориентированную архитектуру Blazor при сохранении функциональности комплекса. Методологическая основа работы строится на принципах сохранения функциональности, разделения

ответственности, масштабируемости, кроссплатформенности, минимального вмешательства в критические компоненты и поэтапной реализации. Практическая значимость состоит в создании более современной и технологически актуальной архитектуры для промышленного комплекса контроля качества ПЭТ-преформ. Blazor как часть ASP.NET Core предоставляет компонентную модель пользовательского интерфейса, поддержку серверного рендеринга и интерактивных сценариев, а также варианты работы через SignalR и WebAssembly, что делает его удобной основой для веб-интерфейса промышленной системы [2].

На текущем этапе выполнен анализ существующего программного комплекса, изучены его архитектура, принципы функционирования и особенности реализации интерфейса, а также рассмотрены современные технологии построения пользовательских интерфейсов. По результатам анализа в качестве целевого решения выбран Blazor с библиотекой MudBlazor, определены основные направления модернизации и сформирована база для дальнейшей практической реализации проекта.

Библиографический список

1. SIPA : официальный сайт организации. – 2026. – URL: https://sipasolutions.com/pet-preforms-and-mould-refurbishment (дата обращения: 01.04.2026).

2. Learn.microsoft.com : официальный сайт Microsoft. – 2026. – URL: https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/blazor/?view=aspnetcore-10.0 (дата обращения: 01.04.2026).

РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ УСЕЧЕНИЯ ТАБЛИЦ КАК СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ БОЛЬШИМИ ОБЪЕМАМИ ДАННЫХ ПРИ СОХРАННОСТИ ВЫСОКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

С.В. Сизова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

Автоматизированное управление объемами данных является одной из ключевых задач при эксплуатации современных информационных систем. Разработка динамических инструментов усечения таблиц представляет собой процесс создания программных решений, направленных на удаление или архивирование устаревших данных с целью поддержания высокой производительности баз данных. Изначально подобные задачи решались преимущественно вручную – через написание статических SQL-запросов и регламентных процедур очистки. Однако с ростом объёмов данных и усложнением бизнес-логики подходы к усечению эволюционировали в сторону динамических, адаптивных инструментов [1].

В настоящее время усечение таблиц выходит за рамки простой очистки данных и становится частью комплексного управления жизненным циклом информации. Такие инструменты находят применение в различных бизнес-процессах, включая обработку транзакционных данных, подготовку аналитической отчетности, оптимизацию хранилищ данных и снижение затрат на инфраструктуру.

Современные подходы позволяют эффективно управлять большими объемами данных, обеспечивая баланс между производительностью и сохранностью информации. Тем не менее, вопросы гибкости настройки, автоматизации, учета зависимостей между таблицами и минимизации влияния на рабочие процессы остаются актуальными. Это делает разработку динамических инструментов усечения таблиц не только востребованной, но и перспективной задачей [2].

В работе рассматриваются современные подходы к динамическому усечению таблиц и направления их развития. Существует несколько ключевых аспектов повышения эффективности таких инструментов.

Контекстно-зависимое усечение предполагает удаление или архивирование данных с учётом их возраста, значимости и связей, что позволяет сохранить целостность информации. Важную роль играет участие пользователя: администратор может задавать параметры обработки и контролировать процесс, снижая риск ошибок.

Перспективным направлением является интеграция с хранилищами данных (Data Warehouse), позволяющая переносить исторические данные в аналитические системы и разгружать оперативную базу. Также используются адаптивные алгоритмы, автоматически регулирующие объемы обработки и частоту выполнения процедур в зависимости от нагрузки.

Дополнительно внимание уделяется работе в условиях ограниченных ресурсов за счет оптимизации SQL-запросов и снижению вычислительных затрат, включая ускорение операций и эффективное использование индексов [2].

Таким образом, динамические инструменты усечения таблиц обеспечивают не только сокращение объема данных, но и их эффективное и гибкое управление, повышая производительность и устойчивость информационных систем.

Библиографический список

1. Рекомендации по оптимизации производительности данных [Электронный ресурс]. – URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/power-platform/well-architected/performance -efficiency/optimize-data-performance

2. Гарсиа М. MS SQL Server 2010. Справочник администратора. : Пер.с англ. – М.: Изд-во ЭКОМ, 2017. – 976с.

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ САЙТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.А. Храмова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

В условиях цифровизации веб-сайты стали основным каналом коммуникации между организациями и клиентами. Форма обратной связи выступает ключевым инструментом сбора информации о потребностях аудитории, выявления технических проблем и повышения лояльности клиентов. Однако, как показал анализ, существующие решения часто не оптимизированы, что приводит к высокому уровню отказов, низкой конверсии и значительной нагрузке на службы поддержки. В связи с этим цель работы – систематизация подходов к анализу и оптимизации форм

обратной связи с учётом типа сайта, его технологической основы и целевой аудитории.

В рамках исследования формы обратной связи классифицированы по двум основаниям: по целевой направленности и по степени структурированности данных. Ключевой вывод классификационного анализа – отсутствие универсального решения: выбор оптимального типа формы определяется спецификой сайта и характером ожидаемых обращений. Для задач оперативного выявления узких мест эффективны структурированные формы, для исследования неявных потребностей аудитории – неструктурированные, а наибольший практический эффект достигается при их комбинировании.

Установлено, что тип сайта напрямую определяет требования к механизмам обратной связи. Для статических сайтов форма чаще всего представляет собой изолированный элемент, отправляющий данные на внешний сервис. Для динамических сайтов, напротив, форма интегрируется в серверную логику, взаимодействует с базами данных и способна запускать сложные бизнес-процессы.

Особое внимание в работе уделено влиянию форм обратной связи на SEO-метрики сайтов различного назначения. Время нахождения пользователя на сайте и уровень отказов являются значимыми поведенческими факторами, учитываемыми поисковыми системами. Правильно организованные формы обратной связи способствуют снижению отказов и увеличению времени пребывания клиента на сайте, что косвенно улучшает ранжирование ресурса.

Эмпирическая часть работы выполнена на примере сайтов высших учебных заведений (ВУЗ). Анализ десяти российских ВУЗов выявил системные недостатки форм обратной связи: несбалансированное количество полей, отсутствие адаптации под категорию пользователя, неструктурированное поле темы, а также отсутствие механизма привязки к учебному контексту. На основе пятидесяти реальных обращений, полученных с веб-сайта ФГБОУ ВО «РГРТУ», установлено, что запросы поступают от различных категорий пользователей – студентов, абитуриентов, сотрудников и родителей. При этом в типовой статичной форме отсутствует явное поле «категория пользователя», а вся суть вопроса размещается в одном текстовом поле. Это приводит к неструктурированности сообщения, затрудняет оперативное ознакомление с запросом для сотрудника и увеличивает время его обработки.

Для решения выявленных проблем разработана концепция контекстно-зависимой формы обратной связи, реализующей принцип условной логики: поля отображаются динамически в зависимости от выбранной роли пользователя и типа вопроса. В ходе экспериментального исследования типовая и предложенная формы сравнивались по таким критериям, как время заполнения, субъективная оценка удобства и понятности, а также доля структурированных обращений.

По результатам сравнения экспериментально подтверждена эффективность контекстно-зависимых форм для динамических сайтов со сложной, сегментированной аудиторией. Доказано, что предложенный подход обеспечивает сбор структурированных данных, снижает когнитивную нагрузку на пользователя, создаёт основу для автоматической маршрутизации обращений и последующей интеграции с AI-ассистентами.

СТРУКТУРНЫЕ ПОДХОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ КОРПОРАТИВНЫХ БАЗ ЗНАНИЙ

Н.А. Потемкина
Научный руководитель – Гринченко Н. Н., д-р техн. наук, доцент

Для работы с постоянно растущими объёмами информации используются базы знаний. Они позволяют систематизировать и упорядочивать информацию, настраивать связи между элементами и обеспечивать к ней удобный доступ как отдельным пользователям, так и целым командам.

Важным отличием баз знаний от реляционных баз данных является возможность хранения и обработки неструктурированных данных, например текстовых файлов, содержащих в себе в том числе структурированные метаданные, изображений и файлов различных форматов, без серьёзной доработки структуры базы. В отличие от файло-ориентированных баз данных, базы знаний имеют пользовательский интерфейс, акцент на связях и возможность оперировать частями файлов [1].

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

В рамках исследования планируется провети сравнительный анализ существующих парадигм и методологий ведения баз знаний. Особое внимание уделяется системе Zettelkasten [2] и её идеологическим преемникам, поскольку они лежат в основе всех современных баз знаний.

Zettelkasten, предложенный Никласом Луманом, выделяется отдельно, поскольку его идеи легли в основу большинства современных систем ведения заметок [3] и корпоративных баз знаний. Он получил широкое распространение благодаря своей простоте, гибкости и мотивации пользователей к переиспользованию информации.

Так же предстоит проанализировать существующие программные решения и их возможности для построения баз знаний.

Отдельное направление работы посвящено изучению поведения пользователей в зависимости от структуры хранилища данных. а основе отзывов планируется определить какие типы структур наиболее эффективны для корпоративных и проектных баз знаний.

Результатом работы станет синтез парадигмы организации корпоративной информации на основе предыдущих, разработка тестового хранилища и подбор необходимых программных решений, необходимых для работы с этим хранилищем. По мимо этого предполагается разработка утилит, позволяющих работать с базой знания более гибко, в том числе интегрировать элементы работы с реляционными базами знаний.

Библиографический список

1. Analysis and evaluation of document-oriented structures: [Электронный ресурс] // URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169023X21000203

2. Luhmann N. Kommunikation mit Zettelkästen: [Электронный ресурс] // URL: https://luhmann.surge.sh/communicating-with-slip-boxes

3. Building a Second Brain (BASB): [Электронный ресурс] // URL: https://www.buildingasecondbrain.com/

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АУТЕНТИФИКАЦИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Д.А. Амелина
Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

В условиях цифровизации корпоративной безопасности традиционные механические методы хранения и выдачи ключей демонстрируют высокие риски потерь (до 10–20% ежегодно), отсутствие аудита и уязвимость к внутренним угрозам [1]. Интеллектуальные системы управления ключами, или как их еще называют – электронные ключницы (EKMS), обеспечивают автоматизированный учёт, RFID-трекинг и интеграцию с СКУД. Однако ключевым звеном безопасности остаётся аутентификация пользователей. Её компрометация может свести на нет все преимущества EKMS [1]. Актуальность работы обусловлена ростом требований к физической безопасности на промышленных, логистических и офисных объектах.

Цель работы – проанализировать современные способы аутентификации, применяемые в интеллектуальных системах управления доступом к физическим ключам, оценить их эффективность, а также разработать рекомендации по выбору и усовершенствованию.

Существует несколько ключевых направлений, которые позволяют улучшить методы аутентификации в EKMS:

- Многофакторная аутентификация. Комбинирование двух и более факторов экспоненциально повышает уровень безопасности. Наиболее эффективные комбинации для предприятий: RFID-карта + PIN-код, RFID + отпечаток пальца [2].
- Адаптивная аутентификация. Система динамически требует дополнительные факторы при выявлении аномалий: необычное время доступа, частые запросы, просрочка возврата ключа. Это позволяет повысить безопасность без постоянного усложнения процедуры для пользователя [1].
- Интеграция с корпоративными системами. Объединение EKMS с HR-платформами и СКУД позволяет автоматически отключать доступ уволенным сотрудникам, синхронизировать права доступа и обеспечивать единую политику аутентификации на предприятии [3].
- Защита от фальсификации пользователя и клонирования. Переход с низкочастотных RFID-карт на криптографически защищённые стандарты и внедрение механизма выявления живых людей в биометрических сканерах существенно снижает риски компрометации [1].
- Мобильные учетные данные и бесконтактные методы. Аутентификация через смартфоны с push-подтверждением снижает риски потери физических носителей и повышает удобство, особенно на распределённых объектах [2].

Ни один метод не является абсолютно защищённым, но комбинированные подходы обеспечивают баланс безопасности и удобства. Наиболее эффективны для большинства предприятий двухфакторные решения с постепенным переходом на биометрию и мобильные технологии. Практическая значимость работы заключается в возможности использования рекомендаций при выборе и модернизации систем управления ключами для снижения рисков несанкционированного доступа и финансовых потерь.

Библиографический список

1. Афанасьев А. А., Веденьев Л. Т., Воронцов А. А. и др. Аутентификация. Теория и практика обеспечения безопасного доступа к информационным ресурсам: учебное пособие для вузов / под ред. А. А. Шелупанова, С. Л. Груздева, Ю. С. Нахаева. – М.: Горячая Линия–Телеком, 2012. – 550 с. – ISBN 978-5-9912-0257-2.

2. Сабанов А. Г. Обзор технологий идентификации и аутентификации // Инсайд. – 2015. – № 3. – С. 44–52.

3. Трака: интеллектуальные системы управления ключами и оборудованием // Официальный сайт ASSA ABLOY (Traka). – URL: https://www.traka.com (дата обращения: 20.03.2026).

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА И СКОРОСТИ ОБРАБОТКИ РУССКОЙ РЕЧИ СОВРЕМЕННЫМИ МОДЕЛЯМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

М.Д. Зенкин

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

В современных ASR-системах ключевую роль играют алгоритмы машинного обучения. За последнее десятилетие внедрение методов глубокого обучения позволило добиться существенного повышения точности распознавания по сравнению с классическими подходами.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью выбора оптимального баланса между точностью распознавания и вычислительной эффективностью, особенно для задач, работающих в условиях ограниченных ресурсов или в реальном времени. Для русского языка данная задача осложняется морфологической сложностью и ограниченностью размеченных данных, что снижает сопоставимость существующих решений [1].

Цель исследования – провести комплексный анализ качества распознавания и быстродействия современных моделей автоматического распознавания русской речи, реализованных с использованием методов машинного обучения.

В качестве объектов исследования выбраны модели семейства Whisper различной размерности (tiny–large, включая оптимизированную версию turbo). Эксперименты проведены на едином тестовом аудиофайле с эталонной расшифровкой при фиксированных параметрах декодирования. Оценка качества выполнялась с использованием метрик WER, CER и SER, а производительность анализировалась через показатель реального времени обработки (RTF) и потребление оперативной памяти [2].

Результаты показали, что увеличение размерности модели приводит к последовательному снижению ошибок распознавания (WER и CER), однако прирост качества замедляется на крупных архитектурах. Наилучшее соотношение точности и вычислительных затрат продемонстрировала модель large-v2, тогда как large-v3 обеспечивает дополнительное улучшение качества при увеличении времени обработки. Оптимизированная модель turbo показала незначительное снижение точности при существенном ускорении работы.

Анализ производительности выявил выраженный компромисс между скоростью и качеством: модели малой и средней размерности работают быстрее реального времени, тогда как крупные модели требуют больше вычислительных ресурсов и

памяти (до ~8 ГБ) и часто работают медленнее реального времени. Установлено, что увеличение числа вычислительных потоков ускоряет обработку лишь до определённого предела, после чего наблюдается эффект насыщения. Полученные результаты подтверждают, что выбор модели автоматического распознавания речи должен определяться конкретными требованиями прикладной задачи.

Библиографический список

1. И.А. Гуртиева, «Современные проблемы автоматического распознавание речи» // Текст научной статьи по специальности «Компьютерные и информационные науки» [Электронный ресурс] – Издательство: Учреждение Российской академии наук «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук», 2020 г. // Режим доступа: https://clck.ru/3RhXsH (дата обращения: 05.01.2026)

2. Что такое коэффициент ошибок слов (WER)? [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://clck.ru/3RhY8L (дата обращения: 05.01.2026)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ АРХИТЕКТУР В ЗАДАЧАХ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

А.В. Стаховский

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

В работе рассматривается задача семантической идентификации объектов в системах видеонаблюдения, под которой понимается автоматическое определение атрибутов человека по изображению: пола, возрастной группы, наличия рюкзака, сумки, головного убора и других признаков. Актуальность работы связана с переходом систем видеонаблюдения от простой фиксации событий к интеллектуальному анализу сцены, необходимому для поиска по архивам, контроля доступа и мониторинга объектов.

Для решения задачи рассмотрены три класса архитектур: многозадачные модели (*MTL*), мультимодальные модели на основе сопоставления изображения и текста, а также быстрые классификационные решения семейства *YOLO* [1, 2]. Для корректного сравнения все подходы приведены к единой схеме обработки: на вход подается кадр или фрагмент изображения (область объекта), далее модель формирует набор атрибутов, после чего вычисляются метрики качества и производительности. В качестве экспериментальной базы используется набор данных *PA-100K*, содержащий 100000 изображений пешеходов с аннотацией атрибутов [3].

В программной реализации поддержан единый конвейер обработки для выполнения вывода и сравнительного тестирования моделей различных типов. Для мультимодального подхода использована модель *CLIP ViT-B/32*, для многозадачного подхода рассмотрена архитектура на базе *ResNet-50*, а для быстрого прикладного решения применена классификационная схема на основе *YOLO*. Сравнение выполнялось по метрикам средней точности по атрибутам (*mA*), точности по отдельным признакам, средней задержке обработки и пропускной способности. В случае *CLIP* атрибуты задаются текстовыми описаниями, что позволяет расширять словарь признаков без изменения структуры модели.

Результаты сравнительного анализа рассматриваемых архитектур по метрикам точности и производительности представлены в таблице 1. Сопоставление моделей выполнено в рамках единого конвейера обработки, что обеспечивает корректность сравнения полученных характеристик.

Таблица 2 – Сравнение рассмотренных архитектур

Модель	*mA*	Пол	Рюкзак	Сумка	Головной убор	Задержка, мс	*FPS*
CLIP ViT-B/32	0,715	0,638	0,704	0,637	0,882	9,3	107,3
ResNet-50 MTL	0,160	0,397	0,137	0,308	0,037	7,3	137,0
YOLO-cls	0,936	0,898	0,945	0,890	0,988	31,9	31,3

Анализ результатов показывает, что в проведённом эксперименте наибольшую точность продемонстрировала модель *YOLO-cls*, однако это достигнуто ценой наибольшей задержки и минимальной пропускной способности. Мультимодальная модель *CLIP* уступает *YOLO-cls* по точности, но обеспечивает существенно более высокую скорость обработки и сохраняет главное преимущество мультимодального подхода: возможность задания атрибутов в текстовой форме без дополнительного обучения. Многозадачная модель *ResNet-50 MTL* показала наименьшую точность при высокой скорости работы, что в текущей настройке ограничивает её практическое применение.

Таким образом, в выполненном сравнении *YOLO-cls* является наиболее точной моделью, *CLIP* можно рассматривать как наиболее гибкое и сбалансированное решение, а *MTL* в полученной реализации требует дополнительной настройки и дообучения для достижения конкурентных результатов.

Библиографический список

1. Radford A. Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision // Proceedings of ICML. – 2021.

2. Ultralytics YOLO Documentation [Электронный ресурс] // URL: https://docs.ultralytics.com/ (дата обращения: 24.03.2026).

3. Liu X. HydraPlus-Net: Attentive Deep Features for Pedestrian Analysis // Proceedings of ICCV. – 2017.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ СОГЛАСОВАННОСТИ ДАННЫХ В МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Е.А. Тришин

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

Современные информационные системы всё чаще строятся на основе микросервисной архитектуры, что позволяет обеспечить гибкость разработки и масштабируемость, однако приводит к усложнению обеспечения согласованности данных между сервисами [1]. В условиях распределённости данных использование

классических транзакционных механизмов становится затруднительным, что требует применения специализированных подходов [2].

В работе проведён анализ протокола Two-Phase Commit, который обеспечивает строгую согласованность данных за счёт координации выполнения распределённой транзакции [3]. Однако наличие глобальных блокировок и высокая зависимость от координатора ограничивают его применение в высоконагруженных системах.

Альтернативным подходом является паттерн Saga, предложенный для реализации длительных распределённых транзакций [4]. Он позволяет разбить бизнес-процесс на последовательность локальных транзакций с возможностью выполнения компенсационных операций в случае ошибки. Данный подход широко применяется в микросервисных системах благодаря своей масштабируемости и отказоустойчивости [5].

Также в работе рассмотрен паттерн Transactional Outbox, обеспечивающий согласованность между состоянием базы данных и системой обмена сообщениями. Его использование позволяет гарантировать доставку событий и избежать рассинхронизации данных между сервисами [5].

Дополнительно следует отметить, что при реализации событийно-ориентированной архитектуры особую роль играют вопросы идемпотентности обработки сообщений и обеспечения семантики доставки. В условиях возможного дублирования событий и асинхронного взаимодействия сервисов необходимо проектирование механизмов, обеспечивающих корректную повторную обработку сообщений без нарушения целостности данных. Применение идемпотентных операций, а также использование транзакционных возможностей брокеров сообщений позволяет минимизировать влияние сетевых сбоев и обеспечить устойчивость системы в условиях частичных отказов [2].

Результаты исследования показывают, что наиболее эффективным является комбинированное применение паттернов Saga и Transactional Outbox. Такой подход позволяет обеспечить надёжную обработку бизнес-процессов и согласованность данных при сохранении высокой производительности системы, что особенно важно для систем логистики доставки.

Библиографический список

1. Newman S. Building Microservices. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2015. — 280 p.

2. Kleppmann M. Designing Data-Intensive Applications. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2017. — 612 p.

3. Gray J., Reuter A. Transaction Processing: Concepts and Techniques. — San Francisco: Morgan Kaufmann, 1993. — 1070 p.

4. Garcia-Molina H., Salem K. Sagas // ACM SIGMOD Record. — 1987. — Vol. 16, № 3. — P. 249–259.

5. Richardson C. Microservices Patterns: With examples in Java. — Shelter Island: Manning Publications, 2018. — 520 p.

СРАВНЕНИЕ РЕЛЯЦИОННЫХ И НЕРЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ

А.А. Учуватова
Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

В современную цифровую эпоху традиционные реляционные СУБД, долгое время бывшие стандартом для хранения структурированных данных, сталкиваются с трудностями при работе с большими объёмами неструктурированной информации и необходимостью горизонтального масштабирования. Это привело к активному развитию нереляционных (NoSQL) баз данных, предлагающих альтернативные модели хранения.

Реляционные базы данных основаны на табличной модели, строгой схеме, принципах ACID (атомарность, согласованность, изоляция, долговечность) и языке SQL [1]. Они обеспечивают высокую целостность данных, надёжность и предсказуемость, что делает их идеальными для финансовых систем, ERP и других приложений, где критически важна точность. Однако им свойственны сложность горизонтального масштабирования, жёсткость схемы и относительная неэффективность при работе с неструктурированными данными и сложными связями [2].

Нереляционные базы данных представляют собой семейство различных моделей, каждая из которых решает специфические задачи:

«Ключ-значение» (Redis, Memcached): максимальная скорость доступа по ключу, идеально для кэширования и сессий.

«Семейство столбцов» (Cassandra, HBase): оптимизированы для записи и анализа больших объёмов данных, хорошо масштабируются.

Графовые (Neo4j): специализированы на хранении и анализе сложных взаимосвязей (социальные сети, рекомендации).

Документоориентированные (MongoDB, Couchbase): хранят данные в виде гибких документов (JSON), что удобно для быстрой разработки и работы с иерархическими структурами.

Основные преимущества NoSQL — гибкость схемы, простота горизонтального масштабирования и высокая производительность в определенных сценариях. Недостатки — отказ от полных ACID-гарантий (часто в пользу согласованности в конечном счёте) и менее мощный, по сравнению с SQL, язык запросов [3, 4].

Противопоставление реляционных и нереляционных баз данных некорректно. Они являются взаимодополняющими инструментами. Выбор зависит от конкретных задач: реляционные СУБД незаменимы для систем, требующих строгой целостности и сложных транзакций, в то время как NoSQL оптимальны для работы с большими данными, неструктурированным контентом и в условиях необходимости гибкой масштабируемости. Современная архитектура часто предполагает хранение, где каждый тип базы данных используется в наиболее подходящей для него области.

Библиографический список

1. Гринченко, Н.Н. Базы данных. Проектирование моделей данных : учебник / Н.Н. Гринченко, Н.И. Хизриева, С.Н. Баранова. — Москва : КУРС. — 260 с. — (Современные сетевые технологии). — Электронная копия печатной версии.

2. Комаров В. И. Путеводитель по базам данных. М.: ДМК-Пресс, 2024. 520 с. ISBN 978-5-93700-287-7.

3. Редмонд, Э. Семь баз данных за семь недель. Введение в современные базы данных и идеологию NoSQL / Эрик Редмонд, Джим Р. Уилсон ; под ред. Ж. Картер ; пер. с англ. А.А. Слинкина. — М. : ДМК Пресс, 2013. — 384 с. : ил.

4. Фаулер, М. NoSQL: новая методология разработки нереляционных баз данных / Мартин Фаулер, Прамодкумар Дж. Садаладж ; пер. с англ. — М. : Вильямс, 2013. — 192 с. : ил.

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАЯВКАМИ

О.В. Недосейкина

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

Проектирование информационной базы является важнейшим этапом создания информационной системы, поскольку именно на этом уровне закладываются структура хранения данных, состав связей между объектами и правила обеспечения целостности. Ошибки логического проектирования приводят к дублированию сведений, затрудняют обновление записей. В связи с этим в теории и практике баз данных широкое распространение получил подход, основанный на нормализации отношений и последовательном приведении схемы к нормальным формам [1; 2].

Программная реализация алгоритма проектирования информационных баз обычно начинается с анализа предметной области. Затем строится исходная схема отношений, отражающая состав данных в наиболее полном виде. Однако такая схема ещё не является оптимальной, поскольку может содержать повторяющиеся группы атрибутов. Для устранения подобных недостатков применяется аппарат функциональных зависимостей и нормальных форм [2; 3].

На следующем этапе алгоритм проектирования может быть представлен как последовательность преобразований. Сначала проверяется соответствие первой нормальной форме, которая требует атомарности значений атрибутов. Затем выполняется переход ко второй нормальной форме, где устраняются зависимости неключевых атрибутов от части составного ключа. Далее проводится анализ на соответствие третьей нормальной форме, позволяющей исключить транзитивные зависимости между неключевыми атрибутами. В ряде случаев для повышения качества схемы рассматривается также нормальная форма Бойса—Кодда. Такая поэтапная процедура позволяет получить логическую модель, более устойчивую к аномалиям вставки, удаления и обновления данных [1; 4].

С точки зрения программной реализации алгоритм нормализации может быть оформлен в виде набора правил, применяемых к описанию схемы данных. Входными параметрами выступают список атрибутов, ключевые поля и установленные функциональные зависимости. На выходе формируется декомпозированная структура отношений и задаются первичные и внешние ключи. Подобный подход удобен тем, что делает процесс проектирования формализованным, повторяемым и пригодным для автоматизации в составе CASE-средств или специализированных программных модулей [2; 4].

Следовательно, применение нормальных форм при проектировании информационных баз сохраняет практическую значимость и в современных условиях. Программная реализация соответствующего алгоритма позволяет

систематизировать работу разработчика, повысить качество проектных решений и обеспечить более надёжную эксплуатацию базы данных в составе информационной системы. Использование такого подхода особенно оправдано в учебных, корпоративных и прикладных системах, где требуется согласованное хранение данных и возможность дальнейшего расширения структуры без существенной переработки всей схемы [1; 2; 3].

Библиографический список

1. Нестеров С. А. Базы данных : учебник и практикум. Москва : Юрайт, 2021. 230 с. ISBN 978-5-534-00874-6.
2. Илюшечкин В. М. Основы использования и проектирования баз данных : учебник для академического бакалавриата. Москва : Юрайт, 2019. 213 с. ISBN 978-5-534-03617-6.
3. Ревунков Г. И., Ковалева Н. А., Силантьева Е. Ю. Проектирование баз данных : учебное пособие. Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. 48 с. ISBN 978-5-7038-4718-3.
4. Исаченко О. В. Базы данных : учебное пособие / О.В. Исаченко. – Москва : ИНФРА-М, 2025. - 202 с.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ НА ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ CI/CD-КОНВЕЙЕРОВ

К.В. Королёв
Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

Непрерывная интеграция и непрерывная доставка (CI/CD) стали стандартом промышленной разработки программного обеспечения, однако рост сложности программных систем неизбежно влечёт увеличение продолжительности конвейеров. По данным отраслевых опросов, задержки сборки и тестирования занимают до 20-30% рабочего времени инженерных команд, что непосредственно снижает частоту релизов и увеличивает стоимость обнаружения дефектов. Несмотря на широкое практическое применение таких инструментов, как Jenkins, GitLab CI и GitHub Actions, систематические эмпирические исследования зависимости времени выполнения конвейеров от конкретных методов оптимизации в научной литературе представлены недостаточно [1].

Цель исследования – количественно оценить влияние выбранных методов оптимизации на продолжительность CI/CD-конвейеров в репозиториях различного масштаба и установить условия применимости каждого метода.

В рамках исследования рассматривались четыре класса методов:

– кэширование артефактов сборки и зависимостей на уровне слоёв Docker и менеджеров пакетов;

– параллелизация независимых стадий конвейера с учётом графа зависимостей задач;

– инкрементальное тестирование на основе анализа изменённых файлов и покрытия кода;

– оптимизация контейнерных образов через многоэтапную сборку и минимизацию базовых слоёв.

Экспериментальное исследование проводилось на типовом CI/CD-конвейере, включающем этапы сборки, статического анализа, тестирования и развертывания. В качестве метрики производительности использовалось общее время выполнения конвейера, а также время отдельных стадий.

Результаты показали, что наибольший эффект в абсолютном выражении обеспечивает кэширование зависимостей: среднее сокращение составило 42-67% в зависимости от экосистемы, причём наивысший прирост зафиксирован в проектах с большим числом внешних библиотек. Параллелизация стадий дала устойчивое ускорение в диапазоне 28-51%, однако её эффективность ограничена степенью независимости задач. Инкрементальное тестирование сократило время прогона тестов на 55–80% при малых изменениях кодовой базы (1–3 файла), тогда как при крупных рефакторингах экономия оказалась незначительной. Оптимизация образов снизила время развёртывания на 18–34%, не затрагивая стадию тестирования. Комбинирование всех четырёх методов обеспечило суммарное ускорение в 2,4–3,8 раза относительно базовой конфигурации, при этом эффекты не являются аддитивными вследствие частичного перекрытия оптимизируемых ресурсов.

Таким образом, эффективность оптимизации CI/CD-конвейеров определяется особенностями проекта, при этом наибольший вклад в сокращение времени выполнения вносит кэширование. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании и оптимизации конвейеров.

1. Что такое конвейер CI/CD? [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/automacon/articles/862552/

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМИ С КЛИЕНТАМИ И ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПОСРЕДСТВОМ CRM-СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ПРОЦЕССНОГО МАЙНИНГА

Д.С. Шереметьев
Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются вопросы исследования современных подходов к управлению взаимоотношениями с клиентами (CRM) и оптимизации бизнес-процессов организаций с применением методов процессного майнинга. Актуальность темы обусловлена высокой конкуренцией на рынке, необходимостью повышения качества клиентского сервиса и эффективности внутренних процессов, а также ростом объёмов цифровых данных, формируемых в информационных системах предприятий.

Проанализированы современные CRM-системы как инструмент централизованного управления данными о клиентах, автоматизации взаимодействия с ними и повышения уровня персонализации услуг. Рассмотрены основные функциональные возможности CRM, включая управление продажами, маркетингом, клиентской поддержкой и аналитикой, а также их влияние на эффективность бизнес-процессов организации.

Особое внимание уделено методам процессного майнинга, позволяющим на основе журналов событий, формируемых CRM-системами, выявлять фактические

модели бизнес-процессов, анализировать отклонения от регламентированных процедур и определять узкие места. Рассмотрены задачи discovery, conformance checking и enhancement, а также возможности их применения для повышения прозрачности и управляемости процессов взаимодействия с клиентами.

Показано, что интеграция CRM-систем с инструментами процессного майнинга позволяет перейти от интуитивного управления к управлению на основе данных, выявлять неэффективные операции, оптимизировать маршруты обработки заявок и повышать уровень удовлетворённости клиентов. Особую роль играет использование аналитических платформ, обеспечивающих визуализацию процессов и поддержку принятия управленческих решений.

Практическая значимость работы связана с разработкой подхода к комплексному использованию CRM-систем и методов процессного майнинга для оптимизации бизнес-процессов. Предлагаемый подход позволяет повысить эффективность работы организации, сократить издержки, улучшить качество обслуживания клиентов и обеспечить устойчивое развитие бизнеса в условиях цифровой трансформации.

Проведённое исследование подтверждает перспективность дальнейшего развития интеграционных решений в области CRM и процессной аналитики, а также их широкое применение в различных отраслях экономики.

Библиографический список

1. Аалст Вил ван дер Ван дер. Process Mining: извлечение знаний из журналов событий. — М.: ДМК Пресс, 2017. — 400 с.

2. Ильин В. В. Информационные системы и технологии управления предприятием. — М.: КНОРУС, 2020. — 368 с.

СЕКЦИЯ «МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

АДАПТАЦИЯ КЛАССИЧЕСКИХ ПАТТЕРНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ К АРХИТЕКТУРЕ ФРЕЙМВОРКА QT

В.Н. Кондратов
Научный руководитель – Королева А.П., доцент

В докладе рассматриваются особенности применения классических паттернов проектирования при разработке программного обеспечения на базе фреймворка Qt. Теоретической основой исследования послужила работа Э.Гаммы и соавторов «Приёмы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования» [1], в которой сформулированы базовые подходы к построению архитектуры программных систем. Актуальность работы обусловлена тем, что Qt предоставляет собственную архитектурную основу, включающую механизм сигналов и слотов, метаобъектную систему и специфическую модель управления памятью, что существенно влияет на способы реализации паттернов.

Показано, что ряд классических паттернов в среде Qt трансформируется под влиянием встроенных механизмов фреймворка. Так, паттерн Observer, описанный в [1], фактически реализуется через механизм сигналов и слотов, что позволяет отказаться от явного хранения наблюдателей, однако снижает прозрачность зависимостей между компонентами и усложняет анализ поведения системы. Паттерн Model-View-Controller в Qt представлен архитектурой Model/View, в которой функции контроллера распределяются между элементами системы, что упрощает разработку интерфейса, но затрудняет разделение ответственности и тестирование программного обеспечения. Использование метаобъектной системы позволяет динамически создавать объекты и частично заменяет применение порождающих паттернов, таких как Factory Method и Abstract Factory, также рассмотренных в [1], однако при этом снижается типобезопасность и увеличивается вероятность ошибок времени выполнения [2]. Отмечается также, что применение паттернов Singleton и Strategy требует учёта особенностей жизненного цикла объектов и событийной модели Qt.

В заключительной части доклада делается вывод о необходимости адаптации классических паттернов проектирования к архитектуре фреймворка Qt. Использование подходов, изложенных в [1], в сочетании со встроенными механизмами Qt позволяет повысить эффективность разработки программных систем.

Библиографический список

1. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приёмы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. — СПб.: Питер, 2021 – 135, 339 с.

2. Документация Qt: [Электронный ресурс] // URL: https://doc.qt.io/

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ РЕШАТЕЛИ КАК НЕОТЪЕМЛЕМЫЙ КОМПОНЕНТ CAD-СИСТЕМ

А.А. Козлова
Научный руководитель – Королева А.П., доцент

Работа опирается на диссертацию к. ф.-м. н. А.Г. Ершова (2007) [1], где детально исследованы алгоритмы декомпозиции геометрических ограничений, и на монографию Крамера (Kramer G.A.) «Solving Geometric Constraint Systems: A Case Study in Kinematics» (1992) [2], в которой заложены фундаментальные подходы к решению систем геометрических ограничений.

В докладе отмечается, что эволюция CAD-систем от электронного кульмана к интеллектуальной среде проектирования стала возможной благодаря параметрическим решателям, выступающим в роли математического ядра, интерпретирующего модель как систему ограничений. При этом выбор или разработка такого решателя представляет собой стратегическое решение для разработчиков САПР.

Далее в докладе последовательно раскрываются ключевые аспекты функционирования параметрических решателей. В первую очередь внимание уделяется тому, что решатель переводит проектную логику инженера («обеспечить параллельность») в вычислимую форму. Как показано в исследовании [1], эффективность решения напрямую зависит от метода декомпозиции системы ограничений. Рассматривается метрика числа степеней свободы (DOF). Каждое наложенное ограничение уменьшает количество DOF, причем нулевой баланс соответствует полностью определенной модели, положительный – недоопределенности, а отрицательный – избыточным или противоречивым условиям. Авторы источников [1] и [2] сходятся во мнении, что это является основой диагностики качества модели. Особое внимание в докладе уделяется сравнению вычислительных методов. Численные методы (Ньютон-Рафсона) универсальны, однако, как отмечается, они критически зависят от начального приближения и вычислительно затратны. В противовес им графоаналитические методы, основанные на декомпозиции задачи на подзадачи, радикально сокращают время решения. В работе Ершова [1] приводятся впечатляющие результаты: сокращение с 6356 до 313 секунд на тестовых задачах. Далее в докладе подчеркивается, что современный решатель обязан не просто констатировать ошибку, но и указывать на конкретные избыточные или противоречивые ограничения.

В заключительной части доклада делается вывод о том, что создание собственного решателя требует уникальной математической экспертизы и колоссальных ресурсов. Именно поэтому подавляющее большинство CAD-систем используют готовые компоненты (D-Cubed, C3D Solver, LGS). Таким образом, выбор решателя напрямую определяет масштабируемость платформы и удовлетворенность конечного пользователя.

Библиографический список

1. Ершов А.Г. – Алгоритмы и программные системы для геометрических задач параметрического проектирования: диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук – Новосибирск, 2007. – 167 с.

2. Kramer G.A. – Solving Geometric Constraint Systems: A Case Study in Kinematics, 1992. – 277 p.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ SECURITY AWARENESS И РАЗРАБОТКА СЦЕНАРИЕВ ТЕСТИРОВАНИЯ СОТРУДНИКОВ

А.С. Зверева
Научный руководитель – Бабаев С.И., канд. техн. наук

Работа опирается на учебное пособие Я.С. Гродзенского [1], где рассмотрены базовые принципы информационной безопасности, а также на исследование В. Ушакова [2], посвящённое оценке эффективности систем обеспечения безопасности.

В докладе обосновывается, что человеческий фактор остаётся одним из самых уязвимых звеньев кибербезопасности организации. Отмечается, что 95% утечек данных связаны с действиями сотрудников, а доля российских работников, вводящих корпоративные логины и пароли на фишинговых страницах, за год выросла с 28% до 34%. В этой связи системы Security Awareness приобретают стратегическое значение, однако традиционные подходы (разовые лекции, пассивные онлайн-курсы) не приводят к устойчивому изменению поведения. Возникает необходимость в объективной оценке эффективности программ и разработке реалистичных сценариев тестирования.

Далее в докладе последовательно раскрываются ключевые аспекты оценки эффективности Security Awareness. В первую очередь внимание уделяется системе метрик и KPI. Для измерения результативности используются такие показатели, как доля сотрудников, «попавшихся» на фишинг (Incident Rate), доля сообщивших об атаке (Reporting Rate), снижение числа инцидентов по вине человека, сокращение MTTD/MTTR, а также экономические метрики (ROI).

Особое внимание в докладе уделяется разработке сценариев тестирования. Выделяются четыре типа сценариев: фишинговые симуляции (письма от имени банков, IT-поддержки, коллег), симуляции социальной инженерии, тестирование знаний политик и процедур, а также контроль физической безопасности. В работе подчёркивается, что сценарии должны быть реалистичными, актуальными, разнообразными и непредсказуемыми, а тестирование – регулярным (ежеквартально или чаще). Приводятся примеры из практики российских компаний: в «Тинькофф» учебные фишинговые атаки показывают эффективность 25%; в «Юнирест» (Rostic's, KFC) за год удалось сократить вдвое число потенциально уязвимых сотрудников; в ГК «Солар» системный подход снижает количество ИБ-ошибок персонала на 70% в год.

В заключительной части доклада делается вывод о том, что анализ результатов тестирования и работа над ошибками являются непрерывным циклом. Необходимо не просто собирать статистику, но и проводить сегментацию данных, выявлять наиболее распространённые ошибки и «слабые звенья», после чего корректировать обучающие модули, обновлять сценарии, усиливать коммуникацию и внедрять мотивационные меры.

Библиографический список

1. Гродзенский Я. С. Информационная безопасность : учебное пособие. – М. : РГ-Пресс, 2020. – 144 с.

2. Ушаков В. Оценка эффективности систем обеспечения безопасности. – Ridero, 2019. – 110 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ АРХИТЕКТУР ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Н.О. Гуськов
Научный руководитель – Засорин С.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается современная эволюция электроэнергетических объектов в направлении создания цифровых подстанций (ЦПС). Исследование архитектур ЦПС, позволяет выделить три последовательных этапа усложнения информационно-технологической системы [1].

Архитектура I является классической реализацией клиент-серверной модели SCADA с вертикальным обменом данными по протоколу MMS, где вычислительная нагрузка концентрируется на серверах сбора и обработки информации, а сетевая инфраструктура остается неизменной.

Архитектура II вводит в эксплуатацию горизонтальные пиринговые связи на базе протокола GOOSE, который вытесняет медные кабели релейной защиты быстрой многоадресной рассылкой кадров канального уровня, что сразу актуализирует классические проблемы вычислительных сетей: обеспечение детерминированной задержки сигнала в пределах единиц миллисекунд, расчет пиковой пропускной способности коммутаторов и внедрение специализированных протоколов резервирования с нулевым временем реконфигурации [2].

Наиболее сложной с точки зрения компьютерных вычислений и сетевых технологий является Архитектура III. В ней реализуется так называемая «шина процесса» с применением протокола передачи оцифрованных мгновенных значений токов и напряжений. Суть в том, что преобразование электрических сигналов в цифровой код происходит не в шкафах на общеподстанционном пункте управления, а непосредственно рядом с высоковольтным оборудованием в специальных устройствах – преобразователях аналоговых сигналов или цифровых трансформаторах тока и напряжения. Из-за этого локальная вычислительная сеть подстанции превращается в подобие центра обработки данных, где непрерывно циркулирует огромный объем измерительной информации. Такая интенсивность трафика требует серьезных расчетов: необходимо правильно разделить сеть на сегменты с помощью виртуальных локальных сетей и настроить механизмы приоритизации трафика, чтобы потеря хотя бы одного пакета данных из-за перегрузки коммутатора не привела к ложному срабатыванию защиты. Центральным инструментом, объединяющим физическое оборудование и программную логику, здесь выступает язык конфигурации SCL. Он позволяет описать в виде единого электронного файла сотни информационных связей между электронными устройствами, что меняет подход к проектированию, заменяя бумажные чертежей формализованной объектно-ориентированной моделью данных. Таким образом, цифровая подстанция окончательно переходит из категории электрических объектов в разряд сложных систем, где стабильность энергоснабжения напрямую зависит от надежности программного кода микропроцессорных терминалов и корректности настройки сетевых протоколов [3].

Библиографический список

1. СТО 56947007-29.240.10.299-2020. Цифровая подстанция. Требования к проектированию цифровых подстанций напряжением 35-750 кВ . – Введ. 2020-02-26. – М.: ПАО «ФСК ЕЭС», 2020. – 124 с.;

2. ГОСТ Р МЭК 61850-9-2-2011. Сети и системы связи на подстанциях. Часть 9-2. Схема особого коммуникационного сервиса (SCSM). Значения выборок по ISO/IEC 8802-3 . — Введ. 2012-09-01. — М.: Стандартинформ, 2011. — 35 с.;

3. ГОСТ Р МЭК 61850-6-2010. Сети и системы связи для автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 6. Язык описания конфигурации для связи между интеллектуальными электронными устройствами на электрических подстанциях . — Введ. 2010-06-01. — М.: Стандартинформ, 2010. — 223 с.

СРАВНЕНИЕ ФРЕЙМВОРКОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА В ВИДЕОПОТОКЕ

Д.К. Кувакин

Научный руководитель – Саблина В.А., канд. техн. наук, доцент

Для задач обнаружения автотранспорта в видеопотоке сегодня применяются несколько популярных фреймворков компьютерного зрения. К числу наиболее известных относятся MMDetection, Detectron2, torchvision и Ultralytics. Каждый из них подходит для детекции объектов, однако отличается уровнем сложности, удобством внедрения и гибкостью настройки. MMDetection представляет собой мощный фреймворк из экосистемы OpenMMLab. Его сильные стороны — большое количество готовых конфигураций, широкий выбор архитектур, поддержка обучения и инференса, а также удобство для исследовательских и масштабируемых проектов. Detectron2 также ориентирован на сложные задачи компьютерного зрения и глубокую кастомизацию, поэтому чаще используется в исследовательской среде и в Linux-окружении [1]. torchvision является более базовым инструментом из экосистемы PyTorch: он даёт разработчику больше контроля над кодом, но уступает специализированным решениям по скорости старта и удобству практического внедрения. Ultralytics, напротив, выделяется простотой использования, быстрым развертыванием и готовыми инструментами для детекции, трекинга, сегментации и обучения моделей. Дополнительно в подобных задачах могут использоваться вспомогательные библиотеки [2, 3]. SAHI улучшает обнаружение мелких объектов за счет инференса по фрагментам (sliced inference), а Supervision упрощает постобработку результатов, аннотирование, визуализацию и трекинг. Эти инструменты не заменяют основной фреймворк, но эффективно расширяют его возможности в прикладных системах анализа видео. Для практической задачи обнаружения автомобилей в видеопотоке наиболее подходящим решением был выбран Ultralytics, так как он позволяет быстро перейти от установки к рабочему прототипу [2]. Достаточно установить библиотеку, загрузить модель и использовать готовые команды для инференса, обучения или трекинга. В то же время MMDetection и Detectron2 остаются более предпочтительными там, где требуется глубокая настройка моделей и экспериментирование с архитектурами. В рамках задачи использовались современные модели YOLO и RT-DETR. YOLO отличается высокой скоростью работы и особенно хорошо подходит для систем реального времени, таких как видеонаблюдение и транспортная аналитика [4]. RT-DETR основана на Transformer-подходе и во многих случаях обеспечивает более высокую точность на сложных сценах. Таким образом, YOLO чаще выбирают за скорость, зрелость и

простоту внедрения, а RT-DETR – за современную архитектуру и потенциально более высокое качество распознавания.

Логика работы разработанной программы включает несколько этапов. Сначала осуществляется подключение к камере по RTSP, после чего отдельный поток непрерывно считывает кадры. Перед запуском распознавания выполняется проверка качества изображения: поврежденные, слишком темные, пересвеченные или искаженные кадры отбрасываются. На корректных кадрах запускается модель YOLO для поиска объектов класса car. Программа поддерживает разные вычислительные ускорители: OpenVINO, CUDA/ROCm, Apple MPS и CPU, автоматически выбирая наиболее подходящий вариант. Для уменьшения ложных срабатываний результаты дополнительно фильтруются по размеру объектов. После обработки система визуализирует результаты: рисует рамки, выводит подписи с вероятностью и показывает общее количество найденных автомобилей. Если поток временно ухудшается, возможно использование последнего корректного кадра для повышения стабильности отображения. Для демонстрации результатов используется веб-сервер Flask, через который доступны страница просмотра видеопотока, служебные маршруты проверки состояния и статистики. Маршрут /stats позволяет получить сведения о выбранной серверной части, устройстве выполнения, количестве обнаруженных автомобилей и других параметрах работы системы [5]. В итоге можно сделать вывод, что для прикладной задачи быстрого создания системы обнаружения автотранспорта в видеопотоке наиболее рациональным выбором является Ultralytics, поскольку он сочетает высокую скорость внедрения, удобство использования и достаточную точность для практического применения [2].

Библиографический список

1. Welcome to MMDetection's documentation! [Электронный ресурс]. – URL: https://mmdetection.readthedocs.io/en/latest (дата обращения: 17.04.2026).

2. Model Training with Ultralytics YOLO [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.ultralytics.com/modes/train (дата обращения: 17.04.2026).

3. PyTorch documentation [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.pytorch.org/docs/stable/index.html (дата обращения: 17.04.2026).

4. Yian Zhao, Wenyu Lv, Shangliang Xu, Jinman Wei, Guanzhong Wang, Qingqing Dang, Yi Liu, and Jie Chen, DETRs Beat YOLOs on Real-time Object Detection, Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2024, pp. 16965-16974.

5. Flask [Электронный ресурс]. – URL: https://flask.palletsprojects.com/en/stable/#user-s-guide (дата обращения: 17.04.2026).

АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА KPI-АНАЛИТИКИ ИТ-КОМАНДЫ БАНКА

А.В. Гуськова

Научный руководитель – Клейносова Н. П., канд. пед. наук, доцент

В условиях цифровой трансформации банковской сферы возрастает значимость инструментов, обеспечивающих прозрачность и управляемость деятельности ИТ-команд. Результативность таких команд влияет на устойчивость внутренних сервисов, скорость реализации изменений и качество сопровождения

бизнес-процессов. В этой связи особую роль приобретает KPI-аналитика, позволяющая связывать стратегические цели организации с операционной деятельностью подразделений через систему измеримых показателей. KPI-аналитика рассматривается не только как мониторинг значений метрик, но и как процесс выявления причин отклонений, поиска узких мест и обоснования управленческих решений.

Целью работы является исследование бизнес-процесса KPI-аналитики ИТ-команды банка и определение подходов к его совершенствованию на основе данных Jira и Confluence. В рамках исследования KPI трактуются как показатели, отражающие степень достижения целей, а эффективность понимается как совокупность результативности и качества использования ресурсов. Это особенно важно для ИТ-подразделений банка, где оценка деятельности должна учитывать не только факт достижения целевых значений, но и затраты времени, трудовых и организационных ресурсов.

Основным источником данных для KPI-аналитики выступает Jira, в которой накапливаются сведения о задачах, статусах, исполнителях, сроках, трудозатратах и переходах между этапами работы. На базе этих данных могут рассчитываться показатели velocity, lead time, cycle time, burndown, cumulative flow diagram, created vs resolved, время нахождения задач в статусах и соблюдение SLA/SLO. Использование таких метрик позволяет выявлять задержки, перегрузки отдельных стадий процесса, нестабильность исполнения и иные проблемные зоны в работе команды.

Confluence в рассматриваемом процессе используется как среда консолидации результатов анализа, хранения регламентов, шаблонов отчетности и аналитических выводов. Интеграция Jira и Confluence позволяет объединить количественные показатели и их содержательную интерпретацию в едином информационном пространстве. Это обеспечивает более системный подход к KPI-аналитике, при котором метрики становятся инструментом не формального контроля, а управления улучшениями. Практическая значимость исследования состоит в возможности повышения прозрачности деятельности ИТ-команды банка, сокращения трудоемкости аналитической работы и улучшения качества принимаемых управленческих решений.

Библиографический список

1. Рамзаева Е. А. Анализ и оценка эффективности деятельности организации [Электронный ресурс]. — 2020. — URL: https://www.imi-samara.ru/wp-content/uploads/2020/09/%D0%A0%D0%B0%D0%BC%D0%B7%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%B0_61_64.pdf

2. Five agile metrics you won't hate [Электронный ресурс] // Atlassian. — Режим доступа: URL: https://www.atlassian.com/agile/project-management/metrics

3. How to measure Cycle Time and Lead Time in Jira or Confluence [Электронный ресурс] // Atlassian Community. — URL: https://community.atlassian.com/forums/App-Central-articles/How-to-measure-Cycle-Time-and-Lead-Time-in-Jira-or-Confluence/ba-p/2841286

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УСЛУГ

Б.В. Богомолов
Научный руководитель – Клейносова Н.П., канд. пед. наук, доцент

Информационные системы государственных услуг являются ключевым элементом цифровой трансформации управления. Их развитие направлено на повышение доступности, прозрачности и качества взаимодействия граждан с государством, что требует разработки эффективных методик оценки качества [1].

Качество таких систем включает функциональные, технические и пользовательские характеристики. Существующие подходы к оценке программного обеспечения не полностью учитывают специфику государственных сервисов, включая нормативные требования, массовый характер использования и высокую социальную значимость [2].

Предлагается оценивать качество по следующим параметрам: функциональная полнота, надежность, удобство использования, производительность, безопасность и соответствие нормативным требованиям. Существенную роль играет пользовательский опыт как ключевой показатель эффективности системы и уровня доверия к цифровым сервисам.

Методика должна включать количественные (время отклика системы, уровень доступности, доля успешно завершённых операций) и качественные показатели (удовлетворенность пользователей, удобство интерфейса, понятность процедур получения услуг).

Важным элементом является использование данных мониторинга, журналов событий и обратной связи пользователей, что позволяет повысить объективность оценки и оперативно выявлять проблемные зоны функционирования системы [3].

Дополнительно целесообразно применение адаптивного подхода, учитывающего тип государственной услуги, категорию пользователей и условия эксплуатации. Это обеспечивает универсальность методики и возможность ее применения в различных информационных системах.

Кроме того, внедрение регулярной оценки качества позволяет формировать систему непрерывного улучшения цифровых сервисов, основанную на анализе фактических данных и потребностей пользователей.

Практическое применение предложенной методики позволяет повысить эффективность управления качеством государственных цифровых сервисов, снизить количество ошибок, повысить уровень доверия и удовлетворенность пользователей предоставляемыми услугами.

Библиографический список

1.ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models. – Geneva: ISO, 2011..

2.Липаев В.В. Качество программных средств. – М.: СИНТЕГ, 2013. – С. 45–52.

3.Janssen M., Kuk G. The challenges and limits of big data algorithms in technocratic governance [Электронный ресурс] // Government Information Quarterly. – 2016. – URL: https://www.sciencedirect.com/ (дата обращения: 30.03.2026).

DOCS AS CODE: УНИФИКАЦИЯ ХРАНЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ГЕНЕРАЦИЯ ЦЕЛЕВЫХ ФОРМАТОВ

И.Е. Макарова
Научный руководитель – Королева А.П., доцент

В докладе отмечается, что традиционные форматы (ODT, DOCX) перестают отвечать требованиям современных процессов разработки ПО из-за отсутствия прозрачного версионирования, сложности коллективной работы и задержек обновления документации относительно кода. Переход к методологии Docs as Code позволяет рассматривать документацию как часть поставляемого продукта, интегрируя её в системы контроля версий и CI/CD-пайплайны [1–3].

Далее рассматриваются ключевые аспекты внедрения Docs as Code. В первую очередь внимание уделяется процессным изменениям: документация должна обновляться синхронно с кодом, а её наличие — являться критерием готовности функциональности [2]. Также анализируется роль автоматизированной проверки через pull request-механизмы, включая контроль структуры, ссылок и стиля [3]. Отдельно обсуждается выбор языка разметки: вместо жёсткой привязки к одному инструменту предлагается исходить из задач проекта, при этом ключевым требованием выступает унификация хранения в виде текстовых файлов с логической разметкой, создающих единый источник данных.

В докладе представлен практический опыт конвертации документов из ODT в LaTeX с помощью pandoc. Автоматическое преобразование не даёт полностью корректного результата: возникают проблемы с обработкой сложного оформления, нарушением ссылок и переносом изображений, что потребовало введения этапа постобработки и ручной корректировки [5].

Заключается, что внедрение Docs as Code требует начальных усилий, особенно при миграции унаследованной документации, но обеспечивает долгосрочные преимущества: актуальность, согласованность, возможность генерации целевых форматов из единого источника и эффективное управление знаниями. Таким образом, методология напрямую повышает сопровождаемость документации и удовлетворённость команды разработки.

Библиографический список

1. Docs as Code explained: Benefits, tools and best practices: [Электронный ресурс] // URL: https://www.techtarget.com/searchAppArchitecture/tip/Docs-as-Code-explained-Benefits-tools-and-best-practices

2. Mittelbach F., Goossens M., Braams J., Carlisle D., Rowley C. The LaTeX Companion. – 2nd ed. – Boston: Addison-Wesley, 2004. – 1090 p.

3. Lamport L. LaTeX: A Document Preparation System. – 2nd ed. – Boston: Addison-Wesley, 1994. – 272 p.

4. Documentation Best Practices Guide: [Электронный ресурс]. // URL: https://google.github.io/styleguide/docguide/best_practices.html

5. MacFarlane J. Pandoc User's Guide: [Электронный ресурс] // URL: https://pandoc.org/MANUAL.html

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЁТА И МОНИТОРИНГА АРЕНДЫ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

М.А. Демичев
Научный руководитель – Клейносова Н.П., канд. пед. наук, доцент

Автоматизация учёта и мониторинга аренды коммерческой недвижимости приобретает всё большее значение в условиях роста числа объектов, усложнения договорных отношений и повышения требований к прозрачности бизнес-процессов. Коммерческие помещения сдаются по разным схемам, в договорах фиксируются гибкие ставки, коммунальные начисления и дополнительные услуги. Ручная обработка заявок, договоров и платежей приводит к задержкам и ошибкам, а руководители компаний отмечают необходимость более глубокой автоматизации процессов управления недвижимостью [1].

Современные информационные системы интегрируют функции учёта договоров, платежей и обслуживания на единой платформе. Центральная база данных содержит актуальные данные о клиентах, договорах, помещениях и задачах, что обеспечивает единую версию информации и повышает точность расчётов [3]. Встроенные алгоритмы автоматически рассчитывают арендную плату, корректируют ставки с учётом условий договора, начисляют коммунальные платежи и формируют счета и акты по расписанию [2]. Сервисы для арендаторов позволяют отправлять заявки и получать счета онлайн, повышая удовлетворённость клиентов и ускоряя обмен информацией. Дополнительные модули обеспечивают визуализацию планов этажей, отображают актуальную занятость помещений и характеристики объектов. Информационные системы также предоставляют инструменты аналитики и отчётности, позволяя оценивать доходность и контролировать просрочки [3].

Для управления арендой коммерческой недвижимости предлагается разработать модульную информационную систему. В основу следует положить реляционную базу данных, в которой хранится информация об объектах, площадях, арендаторах, договорах и платежах. Модуль управления договорами должен поддерживать создание шаблонов договоров и дополнительных соглашений, автоматическое формирование актов приёма-передачи и актов сверки, а также массовую рассылку документов по электронной почте [1]. Финансовый блок будет обеспечивать автоматизированный расчёт арендной платы и коммунальных услуг, учёт скидок и индексации, интеграцию с 1С и банковскими системами для обмена платежными документами [2]. Функция мониторинга должна отображать планы этажей с актуальной информацией о занятости и состоянии помещений, включая фотографии и характеристики; учёт мусоросборов и сервисных заявок будет организован через соответствующие подсистемы [1]. Для повышения точности обработки данных целесообразно использовать алгоритмы извлечения параметров договора и напоминания о критических датах [3,4].

Ожидается, что внедрение предложенной информационной системы позволит снизить долю ручной работы и ускорить обработку документов, обеспечит своевременное выставление счетов и контроль поступления платежей, а также повысит прозрачность работы для собственников и арендаторов. Единый центр данных и инструменты аналитики помогут управленцам принимать обоснованные решения, предотвращать потери из-за пропущенных сроков пролонгации договоров и оптимизировать загрузку помещений. Интеграция с внешними сервисами, такими

как бухгалтерские программы, расширит возможности системы и сделает её перспективным инструментом для управления арендой коммерческой недвижимости.

Библиографический список

1. Консалт-Информ. Автоматизация аренды недвижимости на базе программного продукта «1С: Аренда и управление недвижимостью 8» в ООО «Апис-Плюс» – 2022. – URL: https://consult-inform.com/автоматизация-аренды-недвижимости/ (дата обращения: 06.04.2026).

2. Про.рент. Система учета и автоматизации аренды коммерческой недвижимости [Электронный ресурс]. – URL: https://pro.rent/ (дата обращения: 06.04.2026).

3. Top 5 features of commercial property management software // MRI Software Blog. – 2023. – URL: https://www.mrisoftware.com/blog/features-of-commercial-property-management-software/ (дата обращения: 06.04.2026).

4. Anderson C. Lease Management Software for Commercial Real Estate // GrowthFactor Blog. – 2025. – URL: https://www.growthfactor.ai/resources/blog/commercial-real-estate-lease-management-software (дата обращения: 06.04.2026).

ИНСТРУМЕНТЫ КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОДАЖ В МАЛОМ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВЕ

К.М. Денисова
Научный руководитель – Клейносова Н.П., канд. пед. наук, доцент

Комплексная автоматизация продаж представляет собой интеграцию CRM-систем, маркетинговых модулей, аналитических инструментов и электронного документооборота в единую цифровую экосистему. Для малого предпринимательства, характеризующегося ограниченными ресурсами и высокой зависимостью от операционной эффективности, внедрение таких решений трансформируется из вспомогательной функции в стратегическую необходимость. Если ранее автоматизация ограничивалась базовым учётом контактов и сделок, то современные рыночные условия требуют перехода к сквозной аналитике и омниканальному взаимодействию, что напрямую влияет на масштабируемость бизнеса и удержание клиентов [1].

Несмотря на широкое распространение облачных сервисов, малые предприятия сталкиваются с системными барьерами: фрагментацией данных из-за использования разрозненных программ, высокими лицензионными расходами, сложностью кастомизации под уникальные процессы и дефицитом ИТ-компетенций у персонала. Эти факторы актуализируют поиск доступных, гибких и легко интегрируемых инструментов, способных обеспечить быстрый экономический эффект [2].

В докладе анализируются современные подходы к комплексной автоматизации продаж и перспективы их адаптации под специфику малого бизнеса [3]. Выделяются ключевые направления развития данных инструментов. Во-первых, переход к модульной архитектуре и low-code/no-code платформам позволяет предпринимателям самостоятельно конструировать воронки продаж и настраивать

интеграции без привлечения профильных разработчиков, что существенно снижает порог входа и ускоряет окупаемость. Во-вторых, интеграция алгоритмов машинного обучения обеспечивает автоматический скоринг лидов, прогнозирование оттока и генерацию персональных коммерческих предложений, перераспределяя человеческие ресурсы на стратегические задачи. В-третьих, развитие SaaS-моделей с открытыми API и готовыми коннекторами к учётным системам минимизирует совокупную стоимость владения, делая технологии экономически оправданными даже для микропредприятий.

Таким образом, вектор развития автоматизации продаж в малом бизнесе смещается в сторону создания адаптивных экосистем, сочетающих простоту развёртывания, глубокую аналитику и элементы искусственного интеллекта. Внедрение подобных решений позволит малым компаниям нивелировать ресурсное отставание от крупных игроков, повышая прозрачность управленческих решений и качество клиентского сервиса.

Библиографический список

1. Тихонов А.Н., Смирнов И.В. Анализ эффективности внедрения CRM-систем в малом и среднем бизнесе // Вестник экономики и управления. 2023. № 4. С. 45–52. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54321098 (дата обращения: 18.03.2026).

2. Аналитический обзор рынка SaaS-решений для автоматизации продаж в РФ / TAdviser. 2024. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Автоматизация_продаж (дата обращения: 25.03.2026).

3. Kaplan A., Haenlein M. Artificial Intelligence in Sales: How AI is Transforming Customer Relationship Management // Business Horizons. 2023. Vol. 66, Iss. 2. P. 189–199. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681322001567 (дата обращения: 01.04.2026).

ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ» В РАМКАХ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИКИ

Д.А. Хомутская
Научный руководитель – Степанов М.А., канд. техн. наук, доцент

Интеллектуальные транспортные системы — интеллектуальная система управления, использующая инновационные разработки в моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков, интегрирующая современные информационные и телематические технологии и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортно-дорожным комплексом, конкретным транспортным средством или группой транспортных средств с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта.

Цели и задачи внедрения ИТС в рамках оптимизации логистики разнообразны и многогранны. Все эти действия направлены на обеспечение точности данных, что,

в свою очередь, создает фундамент для эффективного управления, устойчивого роста и планирования работы логистики [1].

Основными целями оптимизации логистики являются:

1. *Снижение общей стоимости грузоперевозок.*

Минимизация затрат на топливо, техническое обслуживание, страхование и оплату труда водителей посредством эффективного использования ресурсосберегающих технологий и автоматического управления транспортными средствами.

2. *Повышение уровня безопасности движения.*

Повышение прозрачности и управляемости трафика за счет установки датчиков и камер наблюдения, улучшающих ситуационную осведомленность водителей и автоматических систем управления транспортом.

3. *Увеличение пропускной способности автомобильных магистралей.*

Улучшение координации транспортных потоков и устранение заторов, ускоряя движение автотранспорта и увеличивая общую производительность грузовых перевозок.

4. *Устойчивое развитие транспортной инфраструктуры.*

Минимизация экологического ущерба окружающей среде путем перехода на экологически чистые виды транспорта и внедрения энергосберегающих технологий.

5. *Предоставление качественных сервисов пользователям дорог.*

Предоставление удобных и быстрых решений для осуществления коммерческих перевозок, улучшение информационной среды и удобство пользования системой платежей и коммуникаций.

6. *Формирование гибких логистических схем.*

Возможность быстрого перенаправления и адаптации маршрутов в зависимости от изменений внешней среды, потребностей пользователей и наличия альтернативных маршрутов.

Внедрение ИТС позволит не только оптимизировать маршруты и снизить расходы, но и повысить прозрачность, безопасность и устойчивость логистических цепочек [2].

Библиографический список

1. Интеллектуальные Транспортные Системы: перспективы, эффективность и проблемы//[сайт]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-transportnye-sistemy-perspektivy-effektivnost-i-problemy.

2. Интеллектуальные транспортные системы //[сайт]. – URL: https://dr.rosavtodor.gov.ru/department/deyatelnost-dr/intellektualnye-transportnye-sistemy/prezentacionnye-materialy.

РОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И МНОГОЗНАЧНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ В ТЕОРИИ НОРМАЛИЗАЦИИ РЕЛЯЦИОННЫХ СХЕМ

О.И. Зиновьева
Научный руководитель – Гринченко Н.Н., д-р техн. наук, доцент

В работе рассматриваются функциональные и многозначные зависимости — главные инструменты нормализации реляционных баз данных. Показано, как они помогают переходить между нормальными формами: частичные зависимости убираются на 2НФ, транзитивные — на 3НФ, проблема детерминантов-неключей решается в НФБК, а многозначные зависимости требуют перехода к 4НФ. Предложена теоретическая модель, которую можно использовать при программной реализации алгоритмов проектирования баз данных.

1. Актуальность исследования. Плохо спроектированная база данных даёт избыточность и аномалии обновления [1, 2]. Это дорого обходится при эксплуатации. Готовые CASE-средства не спасают — без понимания теории зависимостей невозможно правильно спроектировать схему или выбрать нормальную форму. Особенно это касается многозначных зависимостей, которые часто пропускают в учебных курсах, но без них нельзя получить 4НФ [3, 4].

2. Объект и методы исследования. Объект — процесс нормализации реляционных схем. Предмет — функциональные и многозначные зависимости между атрибутами. Методы: анализ классических работ [1, 3, 5], формальный анализ определений, сравнительный анализ нормальных форм, моделирование нормализации через аксиомы Армстронга [5].

3. Функциональные зависимости. ФЗ $X \rightarrow Y$ означает: значение X однозначно определяет Y (пример: Табельный_номер → ФИО). Для вывода одних ФЗ из других используются аксиомы Армстронга [5]: рефлексивность, пополнение, транзитивность. ФЗ лежат в основе 2НФ (устранение частичных зависимостей), 3НФ (устранение транзитивных) и НФБК (каждый детерминант — ключ) [2, 6]. Ключевой алгоритм — вычисление замыкания X^+, позволяющий проверить, является ли X ключом.

4. Многозначные зависимости и 4НФ. ФЗ недостаточно: отношение может быть в НФБК, но всё равно иметь аномалии. Фейгин ввёл понятие МЗ $X \rightarrow\rightarrow Y$ [3]: при фиксированном X множество значений Y не зависит от остальных атрибутов. Пример: Сотрудник →→ Проект и Сотрудник →→ Ребенок (проекты и дети независимы). Отношение в 4НФ, если оно в НФБК и не содержит нетривиальных МЗ, не являющихся ФЗ [3, 4]. Пример с сотрудниками, проектами и детьми нарушает 4НФ; декомпозиция даёт два отношения в 4НФ.

5. Фрагмент теоретической модели. На основе анализа разработана модель роли зависимостей в нормализации. Исходная проблема — произвольная схема содержит избыточность и аномалии. Способ обнаружения: анализ ФЗ и МЗ, вычисление X^+, поиск частичных, транзитивных и многозначных зависимостей. Последствия игнорирования теории — нарушение целостности, избыточность, аномалии операций [2, 6]. Степень критичности высокая. В рамках НИР на основе этой модели реализуется программный алгоритм нормализации.

6. Заключение. В результате работы систематизирована роль ФЗ и МЗ в нормализации. Модель позволяет: 1. Выявить ключевые аспекты переходов между нормальными формами; 2. Обосновать требования к программной реализации

алгоритмов нормализации; 3. Наметить дальнейшие исследования (5НФ, апробация на реальных схемах).

Библиографический список

1. Codd E.F. A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks // Communications of the ACM. — 1970. — Vol. 13, No. 6. — P. 377–387.

2. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных / Пер. с англ. — 8-е изд. — М.: Вильямс, 2006. — 1328 с.

3. Fagin R. Multivalued Dependencies and a New Normal Form for Relational Databases // ACM Transactions on Database Systems. — 1977. — Vol. 2, No. 3. — P. 262–278.

4. Мейер Д. Теория реляционных баз данных / Пер. с англ. — М.: Мир, 1987. — 608 с.

5. Armstrong W.W. Dependency Structures of Data Base Relationships // Proceedings of the IFIP Congress. — 1974. — P. 580–583.

6. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс / Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2003. — 1088 с.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ

А.С. Разумеев

Научный руководитель – Клейносова Н.П., канд. пед. наук, доцент

Учебно-тренировочные средства представляют собой автоматизированный аппаратно-программный комплекс, основная функция которого подготовка специалистов к управлению сложными техническими системами. С их помощью реализуется как теоретическое обучение, так и практическая отработка навыков в различных областях деятельности. В процессе обучения осваиваются штатные алгоритмы управления техникой, а также порядок действий при возникновении аварийных или нештатных ситуаций [1].

Современные УТС классифицируются по нескольким уровням, что обусловлено разнообразием целей и этапов подготовки:

1. Средства теоретической подготовки. В данную категорию входят классические учебные пособия (книги, плакаты) и современные цифровые продукты (обучающие программы, видеоматериалы, презентации). Их задача – сформировать начальные знания об устройстве техники и вооружения.
2. Тренажеры для индивидуального обучения. Предназначены для отработки профессиональных навыков одним специалистом (членом экипажа). Исполнение может быть как статическим, так и динамическим.
3. Комплексные экипажные тренажеры. Представляют собой объединение индивидуальных рабочих мест в единую сеть, что позволяет моделировать взаимодействие внутри экипажа.
4. Тактические тренажеры подразделений. Следующая ступень – интеграция нескольких экипажных комплексов на общей виртуальной местности для отработки тактических приемов и взаимодействия подразделений.

5. Средства оперативного взаимодействия. Наиболее высокий уровень имитации, ориентированный на подготовку командного состава. В их основе часто лежат принципы стратегического моделирования с использованием детализированных цифровых карт местности и баз данных.

Основополагающим критерием для типологии УТС является метод моделирования, согласно которому средства разделяются на статические и динамические.

Динамические УТС функционируют на базе математических моделей, воспроизводящих поведение реальных систем и среды. Типовая структура таких комплексов включает:

- Имитационный вычислитель (от персонального компьютера до мощных многопроцессорных систем), где реализованы математические модели.
- Рабочее место обучаемого, конструкция которого копирует органы управления реального объекта.
- Рабочее место инструктора, позволяющее задавать сценарии обучения, вводить нештатные режимы и контролировать действия обучаемого.
- Периферийное оборудование (системы визуализации, аудиосистемы, динамические платформы), усиливающее эффект присутствия.

Статические УТС не содержат динамической математической модели. Они воспроизводят внешний вид и расположение органов управления, однако не могут рассчитать изменение состояния системы во времени. Архитектура таких средств упрощена и обычно ограничивается рабочими местами обучаемого и инструктора с фиксированным набором учебных сценариев, не требующих вычисления динамических параметров [2].

Таким образом, учебно-тренировочные средства образуют иерархическую систему решений: от простых статических учебных средств до сложных динамических комплексов, способных объединять подразделения в общем виртуальном пространстве. Выбор конкретного типа УТС определяется конкретными целями обучения и требуемым уровнем реализма.

Библиографический список

1. Власов Н.Н., Кашин В.М., Белов В.В., Водиченков Д.А. Принципы построения учебно-тренировочных средств и опыт создания тренажера оперативно-тактического ракетного комплекса. Вестник РГРТУ 2016 г. №3 - С 94-95.

2. Донской А. Н. Тренажеры на базе ЭВМ для оперативного персонала ТЭЦ // Энергетик. 1995. № 5. С. 28.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ JAVASCRIPT-ФРЕЙМВОРКОВ: REACT, VUE И ANGULAR С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ ПРОСТОТЫ ОСВОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

А.В. Добычина

Научный руководитель – Бабаев С.И., канд. техн. наук

В современной веб-разработке выбор инструментов для фронтенда является не просто техническим решением, но ключевым фактором, определяющим

долгосрочную стабильность, удобство поддержки и экономическую выгоду программного продукта.

В 2026 году React продолжает удерживать лидерство среди инструментов визуализации интерфейсов. Его ключевая идея – виртуальный DOM, который выступает буфером между кодом и страницей, позволяя вносить изменения в реальный DOM максимально точно, исключая лишние и дорогостоящие обновления. Главным вектором развития React стали Server Components (RSC): этот подход выносит тяжелую подготовку данных и рендеринг на сервер, кардинально сокращая объем JavaScript-кода, отправляемого на клиент.

Vue.js сохраняет статус «прогрессивного» инструмента, где разработчик начинает с минимального внедрения в статичный HTML, но при необходимости легко масштабирует архитектуру до сложного одностраничного приложения. Ключевая особенность – приверженность декларативным шаблонам, которые остаются читаемыми даже для верстальщиков, в паре с Composition API, позволяющим компоновать связанные сценарии в крупных проектах без вложенности опций.

Angular позиционируется как полноценная платформа для корпоративной разработки. Благодаря паттерну Dependency Injection (внедрение зависимостей), он обеспечивает высокую тестируемость и слабую связанность модулей. Новейшим эволюционным шагом стало внедрение Signals – механизма реактивности, который заменил собой громоздкий цикл проверки изменений (change detection) на более предсказуемую модель с четкими точками обновления. Несмотря на то, что связка TypeScript + RxJS требует от разработчика серьезной базы знаний, эта платформа остается золотым стандартом для ERP-систем, банковского сектора и проектов, где стабильность кода критически важнее скорости прототипирования.

Выбор конкретного инструмента должен основываться на анализе технических требований проекта, квалификации инженерного состава и долгосрочных целей поддержки программного продукта.

1. Выбор в пользу React

Применение React наиболее обосновано в проектах, требующих высокой динамики интерфейса и кроссплатформенности. Благодаря развитой экосистеме и механизму Server Components (RSC), он является эталоном для:

1) Высоконагруженных контентных платформ и социальных сетей.

2) Стартапов, ориентированных на быстрый выход на рынок (MVP).

3) Проектов, подразумевающих наличие мобильного клиента на React Native.

2. Выбор в пользу Vue.js

Vue.js рекомендуется для разработки, где приоритетом является баланс между производительностью и скоростью разработки. Прогрессивный характер фреймворка делает его идеальным для:

1) Интеграции в существующие проекты в качестве слоя интерактивности.

2) Средних и крупных корпоративных порталов с акцентом на чистоту кода и читаемость шаблонов.

3) Команд с разным уровнем подготовки (благодаря эталонной документации и низкому порогу входа).

3. Выбор в пользу Angular

Angular остается безальтернативным решением для масштабных корпоративных систем (Enterprise). Его строго структурированная среда минимизирует риски архитектурных ошибок в долгосрочной перспективе. Он незаменим для:

1) Банковских систем, CRM и ERP-платформ со сложной бизнес-логикой.

2) Проектов с огромным штатом разработчиков, где критически важна унификация кода.

3) Приложений с интенсивной обработкой асинхронных потоков данных (благодаря RxJS и Signals).

Библиографический список

1. Стефанов, С. React. Шаблоны проектирования / С. Стефанов. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2023. – 288 с. – Текст : непосредственный.

2. Фримен, А. Angular для профессионалов / А. Фримен. – 5-е изд. – Москва : Вильямс, 2024. – 816 с. – Текст : непосредственный.

3. Бэнкс, А. React и Redux: функциональная веб-разработка / А. Бэнкс, Е. Порселло. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2022. – 336 с. – Текст : непосредственный.

4. Петров, П. П. Архитектурные паттерны масштабируемых веб-приложений: учебное пособие / П. П. Петров ; Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина. – Рязань : РГРТУ, 2024. – 120 с. – Текст : непосредственный. (Добавление работы вашего соавтора/научного руководителя — отличный тон для статьи).

РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА МОДЕЛИ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ PACS-ПОДСИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА УЯЗВИМОСТЕЙ ПРОТОКОЛА HL7 FHIR (С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКАЦИИ RUCORE)

А.С. Прошкин

Научный руководитель – Бабаев С.И., канд. техн. наук

Рассмотрены вопросы обеспечения безопасности информации при интеграции PACS-подсистем медицинских организаций с использованием стандарта HL7 FHIR. Выявлены ключевые уязвимости (BOLA, инъекции, массовое присвоение, некорректная настройка OAuth 2.0 Scopes). С учетом требований российского профиля RuCore и методики ФСТЭК разработан фрагмент модели угроз, позволяющий обосновать требования к системе защиты информации.

1. Актуальность исследования. Цифровая трансформация здравоохранения РФ (приказы Минздрава № 91н, № 203н) требует унификации МИС и создания единого цифрового контура. Ключевой элемент — PACS (системы архивирования медицинских изображений). Традиционно изолированные и работающие по DICOM, сегодня они вынуждены интегрироваться с ЕГИСЗ через современный стандарт HL7 FHIR. Открытость FHIR порождает новые уязвимости, особенно в связке с российским профилем RuCore (дополнительные требования к шифрованию, идентификации, аудиту).

2. Объект и методы исследования. Объектом исследования является PACS-подсистема медицинской организации, интегрированная с внешними информационными системами через FHIR-интерфейс. Предмет исследования — угрозы безопасности информации, возникающие в процессе такого взаимодействия. Методы исследования - анализ нормативной базы (приказы Минздрава, ФСТЭК,

RuCore), структурно-функциональный анализ PACS, анализ уязвимостей FHIR R4 (CVE, OWASP API Security Top 10), моделирование угроз по методике ФСТЭК (приказ № 239).

3. Анализ уязвимостей HL7 FHIR в контексте PACS. В ходе исследования выявлены следующие категории уязвимостей, систематизированные в соответствии с классификацией OWASP API Security Top 10:

1. BOLA (нарушение доступа к ресурсу): перебор идентификаторов ImagingStudy без проверки принадлежности пациенту → доступ к чужим исследованиям.

2. Mass Assignment: изменение полей (например, статуса исследования) через POST/PUT в обход бизнес-логики.

3. Инъекции через параметры: _filter, _include ведут к SQL/NoSQL-инъекциям или DoS.

4. OAuth 2.0 Scopes: избыточные права (patient/*.read вместо конкретного ресурса), отсутствие проверки контекста токена.

5. Специфика RuCore и нормативные требования.

Спецификация RuCore (российский профиль FHIR) разработана для обеспечения совместимости медицинских информационных систем в рамках ЕГИСЗ. Ключевые требования, влияющие на модель угроз:

1. Использование сертифицированных СКЗИ (угроза подмены сертификатов/отключения шифрования).

2. Четкая идентификация (полис ОМС, СНИЛС) → риск перебора идентификаторов через FHIR API.

3. Требования к аудиту (Приказ № 91н): отсутствие регистрации событий доступа к FHIR-методам — самостоятельная угроза.

4. Фрагмент модели угроз. В соответствии с Методикой оценки угроз безопасности информации (приказ ФСТЭК России № 239) разработан фрагмент модели угроз.

Параметр	Описание
Наименование угрозы	НСД к массиву медицинских изображений (DICOM) через уязвимости авторизации FHIR API.
Источник угрозы	Злоумышленник с компрометированной учетной записью сотрудника (избыточные права).
Объект воздействия	PACS-архив (DICOM-файлы), БД метаданных (исследования/пациенты/врачи), каналы FHIR - PACS.
Способ реализации	Серия GET-запросов к /ImagingStudy?patient=ID или /Patient/ID. 2) Отсутствие проверки BOLA → возврат данных другого пациента/отделения. 3) Кража токена с некорректным scope/audience.
Наличие СЗИ	Отсутствуют специализированные API Security Gateway / WAF с парсингом FHIR; нет динамической валидации scope на каждый запрос.
Последствия реализации угрозы	Утечка врачебной тайны и ПД (категории «специальные» и «биометрические» по 152-ФЗ), возможная модификация метаданных, риск блокировки системы.
Степень опасности	Высокая (финансовый + репутационный ущерб).

6. Заключение

В результате проведенного исследования разработан фрагмент модели угроз безопасности информации для PACS-подсистемы медицинской организации, интегрированной с использованием протокола HL7 FHIR. Модель учитывает специфику российского профиля RuCore и позволяет:

1. Выявить критические уязвимости, характерные для взаимодействия PACS и FHIR.

2. Обосновать требования к системе защиты информации, включая необходимость внедрения специализированных средств контроля API-запросов и детализированного аудита.

3. Сформулировать направления дальнейших исследований: разработка прототипа защищенного FHIR-шлюза и его апробация в лабораторной среде.

Библиографический список

1. Российская Федерация. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 07.09.2020 № 91н «Об утверждении Положения о единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения».

2. Российская Федерация. Приказ ФСТЭК России от 05.02.2021 № 239 «Об утверждении Методики оценки угроз безопасности информации».

3. HL7 International. HL7 Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) Release 4 (R4) [Электронный ресурс] // URL: https://www.hl7.org/fhir/ (дата обращения: 01.04.2026).

4. OWASP Foundation. OWASP API Security Top 10 – 2023 [Электронный ресурс] // URL: https://owasp.org/API-Security/ (дата обращения: 01.04.2026).

5. Смирнов С.С., Кузнецов А.И. Моделирование угроз для API-интерфейсов медицинских информационных систем // Информационные технологии в здравоохранении. — 2024. — № 2. — С. 28–35.

СЕКЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

ОБРАБОТКА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА И WEB-ТЕХНОЛОГИЙ

И.И. Буторин
Научный руководитель – Колесенков А.И., д-р техн. наук, доцент

Современные гиперспектральные снимки содержат от 100 до 250 спектральных каналов, что создаёт серьёзную проблему для классификации. В контексте WEB-технологий, где изображения передаются по сети и обрабатываются на клиентских устройствах с ограниченными ресурсами, эта проблема становится ещё более острой. Необходимо снижение размерности для эффективной классификации, и факторный анализ выступает здесь ключевым инструментом. Снижение размерности позволяет улучшить работу классификаторов, уменьшить сложность данных, сжать информацию, а также снизить уровень шума и предотвратить переобучение. Например, вместо 200 спектральных каналов после факторного анализа остаётся всего 10 информативных признаков, что радикально ускоряет обработку.

Одним из наиболее распространённых методов является метод главных компонент. Его ключевая идея — найти направления максимальной дисперсии в данных и спроецировать данные на эти направления. Компоненты PCA ранжированы по доле объяснённой дисперсии, поэтому первые компоненты содержат максимум информации. Метод основан на статистике второго порядка, что делает его вычислительно простым и быстрым.

По мимо PCA рассмотрим, метод независимых компонент ставящий другую задачу: найти такие компоненты, которые были бы максимально статистически независимы.

Существует и более широкая классификация методов снижения размерности. Все они делятся на извлечение признаков и выбор признаков. Извлечение признаков, в свою очередь, делится на линейные методы и нелинейные. Каждый метод имеет свои преимущества и ограничения, которые особенно ярко проявляются при внедрении в WEB-среду.

Сравнивая непосредственно PCA и ICA для WEB-среды, можно сделать следующие выводы. PCA обеспечивает высокую скорость и простоту реализации: его можно выполнить непосредственно в браузере с помощью TensorFlow.js или даже простого JavaScript без значительной нагрузки на пользовательское устройство. Матрица нагрузок PCA компактна и легко передаётся с сервера. ICA, напротив, требует итеративных вычислений, что на клиенте приводит к заметным задержкам, а на сервере — к росту времени ответа. Однако ICA лучше разделяет независимые источники сигнала, что может дать прирост точности классификации на 2–5% по сравнению с PCA при условии, что в данных действительно присутствуют статистически независимые компоненты. Для гиперспектральных снимков, где соседние каналы сильно коррелированы, PCA часто оказывается достаточным, а ICA — избыточным.

Применительно к WEB-технологиям важно учитывать не только сами методы, но и архитектуру их внедрения. Если факторный анализ выполняется на сервере, то можно позволить себе более тяжёлые методы, такие как ICA или ISOMAP, но при этом возрастёт нагрузка на сервер и увеличится время ответа для пользователя. Если же анализ выполняется на клиенте, то выбор практически однозначно падает

на PCA как на самый лёгкий и быстрый метод. Гибридный подход: клиент выполняет быстрое PCA для первичного сжатия и отправляет на сервер, скажем, 10–20 компонент, а сервер уже применяет ICA или более сложный классификатор. Это сочетает экономию трафика с возможностью использовать преимущества более точных методов.

Устойчивость к сжатию изображений — ещё один важный фактор для WEB. Гиперспектральные снимки в WEB-среде часто передаются в сжатом виде. PCA демонстрирует хорошую устойчивость к JPEG-подобным артефактам, поскольку его первые компоненты соответствуют низким частотам и естественным образом сглаживают высокочастотные искажения. ICA же пытается интерпретировать артефакты сжатия как независимые источники, что может привести к ошибкам классификации.

Таким образом, выбор метода факторного анализа для обработки изображений с применением WEB-технологий должен определяться конкретными условиями. Если важнее всего скорость, компактность и стабильность — выбирается PCA. Если точность классификации критична, данные зашумлены сложным образом, и вычислительные ресурсы позволяют — можно рассмотреть ICA. Для большинства практических WEB-приложений, особенно мобильных, оптимальным является PCA, возможно, в сочетании с дополнительными методами выбора признаков для сохранения физической интерпретируемости там, где это необходимо. Дальнейшее развитие связано с адаптивными и нелинейными методами.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИСТЕМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИНИАТЮРНЫХ МИКРОВОЛНОВЫХ ФИЛЬТРОВ

В.Д. Репин
Научный руководитель – Васильев Е.П., д-р техн. наук, профессор

Доклад посвящен разработке эффективного алгоритма синтеза конструктивных параметров связанной микрополосковой линии (СМПЛ), которая является базовым элементом, входящим в состав микроволнового фильтра, для повышения точности расчетов. Данное исследование включает в себя модернизацию приближенного метода синтеза, внедрение метода Ньютона-Рафсона в алгоритм синтеза для уменьшения погрешности вычисления, а также сравнительный анализ влияния новых расчетов на точность синтеза конструктивных размеров СМПЛ.

СМПЛ характеризуется следующими конструктивными параметрами: ширина микрополосковых линий w, зазор между ними s и непосредственная длина линий l. Критические важным этапом синтеза является расчет w и s. Метод их вычислений описан в работе [1]. Он предполагает совместное решение следующих уравнений:

$$w_e = f1(s,w),$$
$$w_o = f2(s,w),$$

где w_e и w_o, соответствующие волновым сопротивлениям $Z_{0e}/2$ и $Z_{0o}/2$, находятся по обратной формуле Уилера [1].

Параметры w и s вычисляются в ходе приближенного совместного решения уравнений. В результате полученные значения конструктивных размеров являются неточными в связи с упрощением уравнений и некорректными допущениями $Z_{0e}/2$ и

$Z_{0o}/2$ при вычислении w_e и w_o по обратной формуле Уилера. Для уточнения результатов применим алгоритм Ньютона-Рафсона.

Метод Ньютона-Рафсона – это итерационный численный метод для нахождения корней нелинейных систем уравнений. Он подразумевает приближение к искомому результату путём линеаризации функции в текущей точке: на каждом шаге строится касательная к графику функции, и её пересечение с осью абсцисс принимается за следующее приближение корня. На каждом этапе происходит приращение аргументов системы уравнений. Для этих целей вычисляются частные производные функции в текущей точке и с помощью вычисления матрицы Якоби находится новое приближение. Итерационный процесс выполняется до тех пор, пока система уравнений не будет решена.

В нашем случае система уравнений выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} w_e^* - w_e = min \\ w_o^* - w_o = min' \end{cases}$$

где w_e^* и w_o^* – новые значения, вычисленные для приращенных w и s на каждой итерации алгоритма; w_e и w_o – значения, полученные в ходе приближенного метода синтеза по обратной формуле Уилера; min – погрешность расчетов, к которой стремится приблизиться алгоритм Ньютона-Рафсона.

Применение вышеописанного метода позволило уточнить конструктивные размеры СМПЛ, а именно параметры w и s на 0.022 мм и 0.047 мм соответственно.

Разработанный алгоритм синтеза с использованием итерационного уточнения методом Ньютона-Рафсона позволил значительно увеличить точность синтеза, что критически важно при проектировании миниатюрных СВЧ-устройств.

1. Гупта К., Гардж Р., Чадха Р. «Машинное проектирование СВЧ устройств». Перевод с англ. – М. Радио и связь, 1987. – 432 с.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ И ПРОЦЕДУРНЫХ МЕТРИК

Р.А. Цховребов
Научный руководитель – Таганов А.И., д-р техн. наук, профессор

В докладе рассматривается подход к повышению точности оценки характеристик программного обеспечения информационных систем за счёт совместного использования объектно-ориентированных и процедурных метрик. Актуальность работы обусловлена тем, что при анализе современных программных систем недостаточно учитывать только архитектурные свойства классов без оценки внутренней сложности реализованных методов.

Для анализа объектно-ориентированного программного обеспечения широко используются метрики WMC, CBO, LCOM и DIT [1]. Указанные показатели позволяют определить количество и сложность методов класса, степень зависимости между компонентами, уровень внутренней связности, а также глубину иерархии наследования. Их применение даёт возможность оценить структуру системы и выявить потенциальные проблемы проектирования.

Вместе с тем использование только объектно-ориентированных метрик не всегда обеспечивает достаточную полноту результатов. На практике встречаются классы с приемлемыми показателями сцепления и связности, однако содержащие методы с избыточной логической сложностью. Подобные особенности напрямую влияют на сопровождаемость, тестирование и вероятность появления ошибок, но могут не отражаться в итоговой оценке класса.

Для уточнения результатов целесообразно дополнительно использовать процедурные метрики. К числу наиболее распространённых относятся цикломатическая сложность Маккейба [2] и метрики Холстеда [3]. Цикломатическая сложность характеризует количество независимых путей выполнения программы и позволяет оценить трудоёмкость тестирования отдельных методов. Метрики Холстеда основаны на анализе числа операторов и операндов, что позволяет определить вычислительный объём программного кода, сложность его восприятия и вероятность внесения дефектов в процессе разработки.

С учётом изложенного предложен комбинированный подход, при котором итоговая оценка качества класса формируется не только по объектно-ориентированным характеристикам, но и с учётом средней сложности входящих в него методов. Интегральный показатель может быть представлен в следующем виде:

$$Q = \alpha \cdot WMC + \beta \cdot CBO + \chi \cdot LCOM + \delta \cdot CC$$

где CC – среднее значение цикломатической сложности методов класса; $\alpha, \beta, \chi, \delta$ – коэффициенты значимости соответствующих метрик.

Использование предложенного подхода позволяет выявлять классы, формально удовлетворяющие архитектурным требованиям, но содержащие перегруженные методы со сложной внутренней логикой. За счёт этого повышается достоверность оценки сопровождаемости и тестопригодности программного обеспечения.

Таким образом, совместное применение процедурных и объектно-ориентированных метрик позволяет получить более полное представление о состоянии программной системы. Разработанный подход может быть использован при аудите качества кода, сопровождении и модернизации современных информационных систем.

Библиографический список

1. Чидамбер С.Р., Кемерер К.Ф. Набор метрик для объектно-ориентированного проектирования // IEEE Transactions on Software Engineering. – 1994. – Т. 20, № 6. – С. 476–493.

2. Маккейб Т.Дж. Метрика сложности программного обеспечения // IEEE Transactions on Software Engineering. – 1976. – Т. SE-2, № 4. – С. 308–320.

3. Холстед М.Х. Основы программной науки. – Нью-Йорк: Elsevier North-Holland, 1977. – 127 с.

Секция «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ»

УПРАВЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ПЕРСОНАЛА ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ: МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Н.А. Власова
Научный руководитель - Ларионова О.А., канд. экон. наук, доцент

В современных условиях цифровизация необходимое условие конкурентоспособности, однако многие проекты трансформации не достигают целей. Главная причина неудач не техническая сложность, а человеческий фактор: сотрудники часто воспринимают нововведения как угрозу стабильности, что вызывает сопротивление.

Сопротивление — естественная реакция сотрудников на изменения в работе. При внедрении цифровых платформ ключевые причины негатива: страх некомпетентности и сложного интерфейса, угроза статусу или занятости из-за риска сокращения, рост нагрузки при работе по старым и новым правилам, неудобный функционал, усложняющий задачи, и консерватизм привычек с нежеланием обучаться.

Методы управления сопротивлением представляют собой общие стратегии воздействия на коллектив. Для успешного перехода рекомендуется комплексный подход, включающий три направления. Информационно-разъяснительный метод заключается в своевременном и честном информировании о целях внедрения и будущих преимуществах, что предотвращает появление слухов. Метод вовлечения предполагает привлечение ключевых сотрудников к настройке платформы на ранних этапах, благодаря чему они воспринимают решение как «свое» и становятся сторонниками изменений. Метод поддержки и обучения гарантирует создание «подушки безопасности» в виде тренингов и наставничества, снижая страх некомпетентности [1].

Инструменты внедрения являются конкретными механизмами реализации указанных методов. К наиболее эффективным практикам относятся: опрос «Температура в коллективе» для анонимного выявления страхов до начала работ; формирование пилотной группы из активных сотрудников, становящихся внутренними экспертами; применение игровых технологий адаптации (рейтинги, бейджи) для повышения мотивации к изучению ПО; организация каналов обратной связи через чат-боты для оперативного решения технических проблем; внедрение системы KPI, связанной с адаптацией, для материальной стимуляции освоения новой платформы в переходный период.

Управление сопротивлением при цифровизации непрерывный процесс, сочетающий мягкие и жесткие инструменты. Успех зависит от работы с персоналом: вовлечение, пилотные группы и игровые технологии превращают сопротивление в сотрудничество, обеспечивая устойчивость трансформации.

1. Касаткин, Ф. Ю. Анализ и классификация мотивов сопротивления сотрудников мероприятиям цифровой трансформации / Ф. Ю. Касаткин. // Молодой ученый. — 2024. — № 47 (546). — С. 75-80.

РОССИЙСКИЙ РЫНОК СИСТЕМ ИСКССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Т.В. Григорьева
Научный руководитель – Евдокимова Е.Н., д-р. экон. наук, доцент

Рынок ИИ в России формируется, компании инвестируют в ИИ, машинное обучение и обработку естественного языка. Лидер — финансовый сектор, где ИИ помогает создавать продукты, оценивать риски, бороться с преступностью и ускорять открытие счетов [1].

ИИ может повысить эффективность экономики, но выгоды будут неравномерными, увеличивая разрыв между развитыми и развивающимися странами, а также между лидирующими компаниями и отстающими. ИИ сместит спрос на рынке труда от рутинных задач к социально и познавательно ориентированным специальностям, что может привести к временной безработице.

ИИ не лишен недостатков. Сбербанк потерял миллиарды из-за ошибки в алгоритме ИИ. Внедрение ИИ в Сбербанке также привело к сокращению 70% менеджеров среднего звена. Алгоритмы автоматизируют рутинные операции, позволяя трейдерам сосредоточиться на ценообразовании и управлении рисками, делая трейдинг более технологичным. В будущем возрастет ценность информации, данные будут генерироваться не только людьми, но и устройствами, произойдет глобальный переход в облако.

Развитие ИИ приведет к появлению систем-руководителей, что повысит производительность, качество продукции, безопасность и комфорт. Главное направление развития ИИ — создание программ, расширяющих его способности в принятии решений, избавляя человека от рутинных решений. В ближайшие пять лет ИИ будет заменять человека в принятии простых решений.

Россия активно инвестирует в развитие ИИ, что уже привело к ряду заметных успехов в различных отраслях. Несмотря на достигнутые успехи, российский рынок ИИ находится на этапе активного роста и имеет огромный потенциал для дальнейшего развития.

Таким образом, Российский рынок систем искусственного интеллекта находится на этапе бурного роста, демонстрируя значительные достижения и открывая захватывающие перспективы. Государственная поддержка, активные инвестиции, сильная научная база и растущее число инновационных стартапов создают прочный фундамент для дальнейшего развития. Преодоление таких вызовов, как нехватка квалифицированных кадров, обеспечение доступа к качественным данным и развитие соответствующей инфраструктуры, является критически важным для реализации полного потенциала отрасли.

1. Бауэр, В. П. Цифровая трансформация промышленности: концепции, тренды, барьеры / В. П. Бауэр, В. В. Ерёмин, А. С. Смирнов // Проблемы теории и практики управления. – 2022. – № 3. – С. 45-62.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

М.Д. Евдокимов
Научный руководитель – Куприянова М.В., канд. экон. наук, доцент

В данном докладе описывается применение цифровых технологий для оптимизации производственных процессов в контексте Industry 4.0. Актуальность темы обусловлена высокими потерями эффективности — до 20-30% по данным McKinsey за 2025 год, — что особенно критично для отраслей вроде машиностроения и пластикообработки. Цель — проанализировать ключевые технологии, этапы внедрения и практические кейсы для снижения затрат, роста качества и гибкости производства.

Среди основных цифровых технологий выделяются IoT для реального времени мониторинга оборудования, где сенсоры обеспечивают предиктивное обслуживание и сокращают простои на 15-25%, как в литьевых машинах для пластмасс. Big Data и аналитика позволяют выявлять узкие места по KPI вроде OEE (общая эффективность оборудования). Искусственный интеллект и машинное обучение оптимизируют параметры процессов, прогнозируя дефекты с помощью нейросетей. Цифровые двойники, такие как платформа Siemens MindSphere, создают виртуальные модели для симуляции, уменьшая время отладки на 40%.

Внедрение проходит этапы: диагностику с MES-системами, интеграцию через API (ERP, SCADA, IoT, например SAP Digital Manufacturing), масштабирование от пилотов к полной цифровизации с ROI за 1-2 года, а также обеспечение безопасности блокчейном и киберзащитой.

Практические кейсы подтверждают эффективность: BASF в Германии применила AI в производстве пластмасс, повысив производительность на 12%; на ПАО "КАМАЗ" IoT в автосборке снизило брак на 18%; в литье свинца и пластмасс цифровой контроль температуры сэкономил 10-15% энергии.

Вызовы включают начальные вложения, дефицит кадров и интеграцию устаревших систем, но перспективы яркие — 5G с edge computing и AI- агенты сделают 50% фабрик "умными" к 2030 году по прогнозу Gartner. Рекомендуется начинать с IoT-мониторинга, используя господдержку по 44-ФЗ в РФ и обучение персонала. В итоге цифровизация повышает конкурентоспособность на 20-30%, предлагая путь от диагностики к автономным линиям.

ПЛАНИРОВАНИЕ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА И НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Д.А. Копылов
Научный руководитель — Есакова Г.В., канд. экон. наук, доцент

Детализация трудового процесса начинается с выбора единиц для проведения анализа. Единицей разделения труда является производственная операция, а внутренняя структура операции раскрывается через трудовые движения, действия и приемы. Применение декомпозиции обеспечивает сопоставимость наблюдений при хронометраже и облегчает выделение элементов, формирующих оперативное время.

Способы получения первичных наблюдений и фактических данных: хронометраж, регистрация рабочего времени, моментные наблюдения, аналитический расчет.

Обработка первичных наблюдений предполагает проверку полноты записей, унификацию обозначений операций, исключение ошибочных замеров и расчет статистических характеристик временных рядов.

Нагрузка производственного участка фасовки и отгрузки формируется под воздействием внешнего спроса. По отраслевым данным прошлого года производство за январь-ноябрь составило 55,4 млн. тонн. Высокий уровень спроса приходится на апрель-ноябрь. Во время сезонной активности грамотное планирование трудовых процессов напрямую влияют на экономические показатели предприятия.

При обработке внутреннего статистического массива целесообразно разделять операции, определяемые производительностью оборудования, и операции, зависящие от организации взаимодействия работников. Разделение позволяет корректно задавать сменные задания и распределять функции между персоналом линии и складскими работниками, сохраняя требования охраны труда.

Состав показателей и первичных источников данных представлен следующий:

1) сформированные паллеты – формирование из ежесменных рапортов исходя из счетчиков паллетирования и складского учета, необходима для формирования нормы выработки;

2) время простоя линии – формирование из ежесменных рапортов простоя, необходима для разделения технических и технологических потерь;

3) численность по функциям – формирование из табелей учета времени, необходима для расчета численности смены;

4) отгрузка продукции – суточные рапорты по отгрузочным документам, необходимо для управления складом.

Итоговый этап обработки предусматривает формирование базы нормативов времени по операциям, а затем расчет сменных заданий и численности с учетом фактического фонда рабочего времени.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Ю.Р. Ратникова
Научный руководитель – Евсенкина Ю.М., канд. с.-х. наук, доцент

В данном докладе рассматривается совершенствование бизнес-процесса материально-технического обеспечения (МТО) на основе внедрения цифровых технологий, ориентированных на улучшение результативности, открытости и контролируемости процессов снабжения на предприятиях.

Современная экономическая среда предъявляет к организациям требования адаптивности и оперативности в принятии решений в сфере закупок и управления ресурсами. В связи с этим преобразование процессов материально-технического обеспечения становится важнейшим условием роста конкурентоспособности предприятий. Основой предлагаемых мероприятий является всесторонний анализ текущего состояния процессов (As-Is), позволяющий выявить узкие места,

дублирование функций, разрывы в информационных потоках и избыточные трудозатраты.

Одним из центральных направлений совершенствования является внедрение специализированного модуля автоматизации закупок в рамках корпоративной ERP-системы. Такой модуль обеспечивает формирование заявок в автоматическом режиме на основе производственных планов, нормативов потребления и данных об остатках на складах, что позволяет существенно снизить влияние человеческого фактора и минимизировать вероятность ошибок при планировании. Кроме того, использование автоматизированного инструмента способствует повышению прозрачности закупочных процессов, ускоряет согласование заявок и улучшает контроль за их исполнением. В итоге обеспечивается более рациональное управление запасами, уменьшаются затраты на хранение и приобретение материалов, а также усиливается общая устойчивость и конкурентные позиции предприятия.

Значимым направлением является внедрение системы бизнес-аналитики (BI). Ее применение позволяет перейти от реактивного управления к проактивному за счет использования прогнозной аналитики. Анализ исторических данных, учет сезонности и внешних факторов дают возможность более точно определять потребность в материальных ресурсах. Кроме того, BI-система обеспечивает мониторинг цен на рынке поставщиков, сравнительный анализ коммерческих предложений и выявление тенденций, что способствует принятию экономически обоснованных решений.

Важным условием успешной цифровой трансформации является обучение сотрудников, адаптированное под их функциональные роли, а также пересмотр регламентов и распределения ответственности.

Таким образом, комплексный подход к цифровой трансформации бизнес-процесса МТО позволяет не только повысить операционную эффективность, но и сформировать базу для стратегического развития предприятия за счёт роста прозрачности, управляемости и обоснованности принимаемых управленческих решений.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ФОРМ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

К.Г.Сериков
Научный руководитель – Есаков М.М., канд. техн. наук, доцент.

В условиях современной цементной промышленности оптимизация организации труда на производственных участках становится ключевым фактором успеха. Наше исследование, проведенное на примере участка помола ООО «Цементум-Центр», направлено на решение этой актуальной задачи. Производственные показатели цементного производства в значительной степени зависят от человеческого фактора. Даже при наличии современного оборудования, уровень простоев, стабильность гранулометрического состава, энергопотребление и общая производительность напрямую связаны с дисциплиной персонала и четким распределением обязанностей.

Целью данного исследования является разработка практического решения для повышения эффективности организации труда на участке помола, не снижая при этом качества выпускаемой продукции.

Основными направлениями являются: разработка комплексного критерия эффективности, создание единого показателя, объединяющего ключевые метрики. Четкое распределение ответственности: формализация и регламентация обязанностей каждого сотрудника. Внедрение инструмента для поддержки принятия оперативных решений.

Оптимизация и унификация процедур, включая передачу смен.

В работе использованы анализ сменных журналов, данные автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), экспертные интервью и статистические методы контроля. Предложенные решения могут быть успешно тиражированы на других производственных площадках, независимо от специфики оборудования и сырья.

Дальнейшее совершенствование предполагает расширение применения цифровых инструментов и интеграцию прогнозного анализа данных, при этом сохраняя центральную роль человеческого фактора в управлении производством.

Наше исследование убедительно демонстрирует, что целенаправленное совершенствование организации труда является мощным инструментом для повышения эффективности производственных процессов. При этом достигается не только рост производительности и снижение затрат, но и сохраняется высокое качество продукции и улучшаются условия труда персонала.

ОБЗОР ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНДУСТРИИ КРАСОТЫ

Т.А. Шлычкова
Научный руководитель – Ерзылева А.А., канд. экон. наук, доцент

Цифровые технологии революционизируют сферу маникюра и педикюра, делая процедуры быстрее, безопаснее и персонализированнее. Зарубежный опыт лидирует в инновациях, в то время как в России акцент на цифровизации сервисов и интеграции с локальными платформами. Это повышает эффективность салонов и удовлетворенность клиентов.

Зарубежный опыт

Глобальный рынок в маникюре растет на 15–20% ежегодно благодаря AR-приложениям для виртуальной примерки дизайнов [1]. Клиенты сканируют ногти смартфоном, видя результат в реальном времени.

3D-печать позволяет создавать кастомные накладки ногтей, минимизируя ошибки. Роботизированные станции, такие как от японских разработчиков, наносят покрытие с точностью до 0,1 мм, сокращая время на 40%. Умные гаджеты с ИИ анализируют здоровье ногтей, предлагая уход на основе данных.

VR-симуляторы обучают мастеров без риска для клиентов, а IoT-устройства интегрируют лампы для сушки с приложениями для контроля времени и УФ-дозы.

Отечественный опыт в России

В России цифровизация маникюра началась с онлайн-платформ для записи и CRM-систем, интегрирующих чат-боты на базе ИИ [2]. Это упрощает управление салонами, прогнозируя спрос по данным соцсетей.

Локальные бренды внедряют новые покрытия с QR-кодами для трекинга срока службы. В Москве и СПб стартапы разрабатывают AR-приложения для салонов, позволяющие клиентам выбирать дизайн удаленно.

Соцсети используются для живых трансляций процедур и генерации контента ИИ, повышая конверсию на 30%. Федеральные программы поддержки инноваций стимулируют цифровизацию beauty-индустрии.

Перспективы развития

К 2027 году ожидается массовая интеграция виртуальных салонов - виртуальные примерки макияжа, стрижек, маникюра, а также консультации и "применение" процедур через дополненную реальность. В России будет фокус на экспорт технологий и партнерство с Китаем/Кореей.

Эти инновации снижают затраты на 20–35%, повышают гигиену и доступность услуг в регионах [3]. Вызовы — обучение мастеров и кибербезопасность данных клиентов.

Библиографический список

1. Цифровая трансформация бьюти-индустрии: новые горизонты / под ред. А. В. Блохина. – Минск: БГУ, 2024. – С. 331–334.

2. Цифровая трансформация индустрии маникюра: роль соцсетей и онлайн-платформ / SciLead. – 2025.

3. Глобальный рынок красоты в 2026 году: цифровизация как драйвер роста / World Market Studies. – 2026.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ: ОТ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КОНЦЕПЦИЙ ДО МЕТОДОВ ОЦЕНКИ

Е.А. Ашивкина

Научный руководитель – Ларионова О.А., канд. экон. наук, доцент

В докладе рассматриваются теоретические подходы, стратегии и методы оценки цифровой трансформации.

Цифровая трансформация представляет собой комплексный процесс, сочетающий технологическое обновление (облачные технологии, данные) и организационные изменения (структура, культура) на основе системного подхода и концепций инновационного развития. Определения термина варьируются от акцента на процессе трансформации до переосмысления клиентского опыта [1, 2]. Управление трансформацией строится на одной из трех стратегий интеграции: выделенной, когда цифра рассматривается как отдельная функциональная стратегия; интегрированной, при которой цифровые инструменты пронизывают все стратегии компании; или инновационно-ориентированной с фокусом на технологиях, создающих новые рынки.

Методы реализации включают поэтапную дорожную карту (от видения до масштабирования), модель бизнес-архитектуры (увязка проектов с целями компании), адаптивную модель (непрерывная итеративная адаптация) и компонентную модель (внедрение независимых модулей). Оценка эффективности проводится через модель цифровой зрелости (стратегия, технологии, производство, структура, культура), оценку цифровых способностей DBA (стратегия, операции,

клиентский опыт, культура и навыки, инновации) или индекс цифровизации бизнеса [2].

Успешная цифровая трансформация требует системного сочетания чёткой стратегии, гибких методов внедрения и регулярной оценки эффективности с фокусом на создание клиентской ценности.

Библиографический список

1. Ерохин А.П., Денискин Ю.И. Анализ понятийного аппарата и выявление сильных и слабых мест современных подходов к оценке цифровизации / А.П. Ерохин, Ю.И. Денискин // Изветстия ТулГУ. Технические науки. – 2024. – Выпуск 3. – С. 413-418.

2. Кондратенко Н.А., Волков А.В. Современные подходы к цифровой трансформации ИТ-отрасли / Н.А. Кондратенко, А.В. Волков // Естественно-гуманитарные исследования. - 2025. - №3 (59). – С. 825-833.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ ПОСРЕДСТВОМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Е.Д. Баранова
Научный руководитель – Бачина Т.В., канд. экон. наук, доцент

В докладе рассматривается рынок оптовой торговли медицинским оборудованием в России (265–300 млрд руб. ежегодно) характеризуется усилением конкуренции, трансформацией регуляторной среды и политикой импортозамещения. Специфика сегмента (длительный цикл сделки, высокие требования к сервису, жесткие регуляторные нормы) делает традиционные модели управления недостаточно эффективными. Цель исследования – выявление ключевых проблем бизнес-процессов дистрибьюторов медицинского оборудования и обоснование потенциала систем управления проектами (СУП) для их решения [1].

К типовым проблемам относятся: разрозненность информационных систем (1С, CRM, ЭДО, мессенджеры, Excel), приводящая к многократному вводу данных и ошибкам; непрозрачность ответственности и размывание границ процессов; длительный цикл исполнения заказов (операционный цикл до 55–60 дней, финансовый – 25–30 дней); рост дебиторской задолженности; низкая эффективность участия в тендерах; перегрузка ключевых сотрудников; сложности управления сервисным обслуживанием.

Современные СУП (Jira, Asana, Trello, Wrike, Kaiten, Yandex Tracker) обладают потенциалом для решения данных проблем через визуализацию процессов, персонификацию ответственности, создание единого информационного пространства, автоматизацию рутинных операций, аналитику и поддержку гибких методологий. Предложены направления практического использования СУП: управление циклом продаж, автоматизация участия в тендерах, управление закупками, организация сервисного обслуживания, контроль дебиторской задолженности, координация проектов развития [2].

Основные ограничения внедрения: организационное сопротивление персонала, недостаток цифровых компетенций, сложности интеграции с

существующими системами, риск поверхностного использования, недостаточная вовлеченность руководства.

Вывод: внедрение СУП позволяет преодолеть разрозненность информационных систем и непрозрачность процессов, обеспечивая автоматизацию операций и консолидацию данных. Системный подход к такой интеграции становится ключевым фактором повышения эффективности и конкурентоспособности дистрибьюторов на рынке медицинской техники.

Библиографический список

1. Бельчик Т. А., Колесникова Е. В., Хворова Е. С. Цифровизация деятельности медицинских организаций как фактор повышения качества оказываемых услуг // BENEFICIUM. 2021. № 2. С. 15–23.

2. Волкова М. С., Егоров А. В. Цифровая трансформация здравоохранения: технологические и организационные аспекты // Креативная экономика. 2024. Т. 18. № 10. С. 21–34.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Д.А. Борцов
Научный руководитель – Соловьева И.П., канд. экон. наук, доцент

В докладе рассматриваются цифровая трансформация строительной отрасли в России, которая к 2026 году перешла от стадии эксперимента к фазе системных обязательств, что подтверждается как нормативными требованиями, так и качественным ростом ключевых показателей внедрения технологий информационного моделирования (ТИМ), искусственного интеллекта (ИИ) и элементов роботизации. С 1 января 2025 года вступил в силу завершающий этап обязательного применения ТИМ в сфере долевого строительства, распространивший требования на этап строительно-монтажных работ. По итогам IV квартала 2025 года доля девелоперов, применяющих ТИМ, достигла 44%, в 80 регионах страны.

Развитие ТИМ повысило востребованность цифровых двойников. В отличие от традиционной модели, цифровой двойник интегрирует данные с IoT-сенсоров в режиме реального времени, создавая самообучающуюся систему, которая отражает актуальное состояние объекта. Мировая практика показывает, что оснащение зданий такими двойниками позволяет снизить операционные затраты на 5% и на 35% ускорить реагирование на инциденты при обслуживании. Эта технология становится единственным достоверным источником данных для всех участников, обеспечивая замкнутый цикл управления объектом — от проектирования до сноса.

Параллельно усложняются системы безопасности и мониторинга строительных площадок на базе интернета вещей (IoT). В 2025–2026 годах видеоаналитика с использованием компьютерного зрения становится стандартом для крупных объектов: алгоритмы в реальном времени фиксируют отсутствие СИЗ, контролируют периметр опасных зон и прогнозируют риски инцидентов на основе анализа поведения персонала и техники. Российские кейсы, например внедрение специализированного программного комплекса в ГК «ПИК», демонстрируют не только снижение травматизма на 20–30%, но и рост производительности труда за счет оптимизации логистики и выявления простоев. Дроны, оснащенные системами

ИИ, автоматизируют инспекции, сравнивая фактическое состояние конструкций с проектной моделью, что минимизирует необходимость постоянного присутствия надзорных специалистов на площадке [1].

Дальнейшее развитие этого направления, согласно планам Минстроя России на 2026 год, предполагает интеграцию ИИ-сервисов в типовое облачное решение «Управление строительством» и распространение пилотных проектов по автоматической проверке документов, что напрямую влияет на снижение рисков и сокращение сроков административных процедур.

Таким образом, к 2026 году российская строительная отрасль вплотную приблизилась к формированию целостной цифровой вертикали, где ТИМ, IoT и ИИ работают в едином контуре, обеспечивая качественно иной уровень безопасности, эффективности и прозрачности всех процессов.

1. BIM-технологии (рынок России) [Электронный ресурс] // URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:BIM-технологии_(рынок_России)?ysclid=m70ed1sjxy596286391

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ МАСТЕР-ДАННЫМИ В MDM-СИСТЕМАХ

Е.Е. Гусельникова
Научный руководитель – Константинова И.В., канд. экон. наук, доцент

В докладе рассматривается проблема низкого качества нормативно-справочной информации (НСИ) в корпоративных системах. Предложен подход к интеллектуальной нормализации данных на основе гибридных технологий искусственного интеллекта (ML, NLP, LLM), выступающий в качестве надстройки над MDM-системами.

Качество мастер-данных критически влияет на эффективность закупок и производства. До 80% предприятий работают с разрозненными номенклатурными справочниками, что приводит к потерям до 15% бюджета закупок. Традиционные MDM-системы не обладают механизмами первичной обработки неструктурированных данных.

Основная проблема - высокая вариативности форматов описания материально-технических ресурсов в различных системах (ERP, PLM, EAM): орфографические ошибки, различные сокращения, противоречия в атрибутах. Ручная нормализация требует временных затрат [1].

Решением выступает применение гибридных моделей ИИ, сочетающих детерминированные алгоритмы и вероятностные методы. ML-модели автоматически определяют товарную группу по текстовому описанию, поддерживая иерархии любой сложности. Гибридный подход (ML + LLM) обеспечивает точность до 95% и допускает дообучение без пересборки модели [1]. NLP и LLM извлекают ключевые характеристики из неструктурированного текста, исправляют опечатки, приводят единицы измерения к нормативным. Точность извлечения атрибутов достигает 96–98%. Алгоритмы проверяют логическую согласованность данных, выявляют пропуски и противоречия [2].

Интеллектуальный сервис позиционируется как надстройка над MDM-системой. MDM обеспечивает хранение и управление жизненным циклом, ИИ-сервис – интеллектуальную обработку данных [1].

Эффективность применения характеризуется кратным ростом производительности: обработка до 100 000 позиций в день против 100–150 позиций при ручной работе. Это высвобождает экспертов для решения методологических задач [2].

Интеллектуальная нормализация НСИ на базе гибридных методов позволяет решить проблему качества исходных данных, не устранимую средствами традиционных MDM-систем. Подход обеспечивает автоматическую классификацию и унификацию товарных позиций с экспертной точностью, сокращая издержки и создавая основу для цифровизации бизнес-процессов.

Библиографический список

1. Черняк, Л. Задачи управления мастер-данными / Л. Черняк // Открытые системы. – 2007. – № 5.

2. Berson, A. Master Data Management and Customer Data Integration for a Global Enterprise / A. Berson, L. Dubov. – New York, 2007. – 432 p.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РОСТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ НА ОСНОВЕ СОВЕРМЕННЫХ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

А.Б. Кузменков

Научный руководитель – Есакова Г.В., канд. экон. наук, доцент

В условиях глобальной конкуренции, цифровой трансформации и внешних ограничений производительность труда остаётся ключевым фактором развития российской промышленности и экономики. По данным Росстата и заявлению Президента РФ, в 2025 году её рост составил всего 1,1% [5], что значительно ниже предыдущих темпов промышленного производства (4,6% в 2024 г.) [1] и национальных приоритетов. Большинство предприятий не применяет системный подход, хотя существует огромный нереализованный резерв. Актуальность усиливается переходом к Индустрии 4.0 и необходимостью импортозамещения без крупных иностранных инвестиций.

В цифровую эпоху производительность труда включает не только выработку, но и гибкость процессов, инновации, вовлечённость персонала и адаптивность системы. Её рост – главный драйвер ВВП на душу населения, как показывают примеры Германии и Японии.

Современные методы организации производства сочетают бережливое производство (Lean: 5S, кайдзен, VSM, Lean Six Sigma, TQM) и технологии Индустрии 4.0 (IoT, ИИ, Big Data, коботы). Их интеграция в концепции Lean 4.0 даёт максимальный эффект: компании Bosch и Siemens сократили простои на 25% и повысили производительность на 10–15% [4].

Российские предприятия сталкиваются с фрагментарностью улучшений, организационной инерцией, низкой вовлечённостью персонала (потери до 21%) [2],

дефицитом компетенций, информационными «силосами», санкционным технологическим вакуумом и устаревшим нормированием труда.

В отличие от Запада, где начинают с дорогого оборудования, в России эффективнее стартовать с «мягких» Lean-инструментов и оптимизации процессов без больших затрат. Опыт национального проекта «Производительность труда» (более 1000 предприятий в 2025 г.) [3] подтверждает быстрый рост выработки на пилотных участках. Перспективы лежат в развитии внутренних НИОКР, цепочек поставок в ЕАЭС и БРИКС, а также в инвестициях в человеческий капитал через обучение и мотивацию.

Комплексное применение современных методов с учётом российской специфики позволит преодолеть вызовы и обеспечить устойчивый опережающий рост производительности труда. Это одновременно экономическая и социальная задача, влияющая на уровень жизни и конкурентоспособность страны.

Библиографический список

1. Динамика промышленного производства в 2024 году // Федеральная служба государственной статистики (Росстат): [Электронный ресурс] // URL: https://rosstat.gov.ru/

2. Исследование вовлеченности работников в трудовую деятельность: [Электронный ресурс] // URL: https://dgpu-journals.ru/wp-content/uploads/2020/04/ikonnikov.pdf

3. Итоги года с Владимиром Путиным. Онлайн репортаж // РИА Новости: [Электронный ресурс] // URL: https://ria.ru/20251219/putin-2063133337.html

4. Тарасов И.В., Попов Н.А. Индустрия 4.0: трансформация производственных фабрик: [Электронный ресурс] // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-4-0-transformatsiya-proizvodstvennyh-fabrik

5. Федеральный проект «Производительность труда»: итоги 2025 года // Министерство экономического развития Российской Федерации: [Электронный ресурс] // URL: https://www.economy.gov.ru/material/news/aleksandr_novak_podvyol_predvaritelnye_itogi_realizacii_federalnogo_proekta_proizvoditelnost_truda_v_2025_godu.html

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ВЫПУСКУ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ МЕДТЕХНИКИ

Е.А. Курсина
Научный руководитель – Бачина Т.В., канд. экон. наук, доцент

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по организации цифрового производства на предприятиях высокотехнологичной медтехники. В первую очередь исследуется проблема фрагментарности производственных систем, при которой использование разрозненных решений создает препятствия для выстраивания эффективного управления. В данном контексте освещается вопрос внедрения единой цифровой платформы, охватывающей управление заказами, производственные процессы (MES), логистику и финансовый блок. Также демонстрируется, каким образом применение систем RFID-учета совместно с APS-

планированием способствует устранению непрозрачности производственного цикла и позволяет добиться соблюдения сроков исполнения заказов на уровне 98%.

Особое внимание акцентируется на вопросах экономической эффективности индивидуального производства, а именно на проблеме реализации массовой персонализации медицинских изделий. В работе показано, как использование 3D-печати в сочетании с генеративным искусственным интеллектом помогает преодолевать экономические ограничения при создании индивидуальных имплантатов и хирургических направляющих, обладающих улучшенными биомеханическими свойствами. Следующий блок посвящен проблеме соблюдения регуляторных требований, а именно вопросу обеспечения жестких отраслевых стандартов (ISO 13485, MDR) в условиях цифровизации производства. Акцентируется внимание на том, что встраивание автоматизированных систем менеджмента качества (QMS) непосредственно в производственную цепочку позволяет решить проблему «документально подтвержденного соответствия» нормативам и минимизировать риски при сертификации новых продуктов.

Кроме того, в докладе поднимаются вопросы эксплуатационной обратной связи, где детально анализируется проблема разрыва между производителем и конечным потребителем. Показывается, как сопряжение производства с системами мониторинга оборудования в клиниках (PACS, ЕСЭМО) формирует замкнутый контур обратной связи, дающий возможность использовать данные о ремонтах и эксплуатации для совершенствования продуктов и внедрения предиктивного обслуживания. В заключительной части рассматривается проблема размывания границ бизнес-моделей, а именно вопрос трансформации традиционного производства в комплексный сервис.

В заключении резюмируется, что цифровое производство в сегменте высокотехнологичной медтехники трансформируется в интегрированную систему, в которой решение обозначенных проблемных вопросов достигается благодаря персонализации, сквозному контролю качества и глубокой интеграции с конечным потребителем, представленным клиниками и пациентами.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА

А.В. Наумова
Научный руководитель – Ерзылева А.А., канд. экон. наук, доцент

Цифровая трансформация прудового рыбоводства является стратегическим ответом на вызовы, стоящие перед аквакультурой в рамках реализации государственной программы «Развитие рыбохозяйственного комплекса» и Стратегии развития АПК до 2030 года. Переход к новой модели предполагает создание киберфизических систем управления. Внедрение указанных технологий позволяет реализовать прецизионное рыбоводство с непрерывным мониторингом гидрохимических и поведенческих параметров, предиктивной аналитикой роста и рисков заболеваний, а также оптимизацией кормления, что в итоге повышает конверсию корма на 15–25 % и снижает общие производственные издержки.

Однако, несмотря на очевидный потенциал, процесс цифровизации отрасли сдерживается комплексом системных барьеров, носящих не только технологический,

но и институциональный, кадровый и экономический характер [1, 2]. Во-первых, несовершенство нормативно-правовой базы создает правовую неопределенность для долгосрочных инвестиций в цифровые проекты. Во-вторых, остро ощущается дефицит квалифицированных специалистов на стыке IT и рыбоводства, что усугубляется низкой цифровой грамотностью руководящего состава традиционных хозяйств. В-третьих, недостаточная развитость инфраструктуры связи в сельской местности, где преимущественно расположены прудовые хозяйства, делает невозможным полноценное использование облачных сервисов и систем удаленного мониторинга в реальном времени. В-четвертых, на рынке наблюдается нехватка специализированных отраслевых IT-решений, адаптированных под биологические и технологические циклы выращивания гидробионтов. Наконец, отсутствие единых стандартов данных и эффективной государственной поддержки препятствует формированию единой цифровой экосистемы.

Таким образом, успешная цифровая трансформация предприятий прудового рыбоводства требует не только технологического переоснащения, но и разработки комплексной стратегии, направленной на преодоление выявленных барьеров, совершенствование нормативной базы, развитие кадрового потенциала и создание отраслевых цифровых платформ, обеспечивающих устойчивый рост и конкурентоспособность отечественной аквакультуры.

Библиографический список

1. Стельмашонок Е.В., Стельмашонок В.Л. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса: анализ перспектив // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13. № 2. С. 336-365.

2. Труба А.С., Труба М.А., Акимов Е.Б. Тенденции трансформации отрасли пресноводной аквакультуры в России: экономический аспект // Вопросы рыболовства. 2025. №2. С. 177-190.

МЕТОДЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ СТРАТЕГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Я.В. Стурки
Научный руководитель – Голев В.И., канд. экон. наук, доцент

В современных условиях цифровая трансформация является не просто инструментом, а необходимым условием для формирования конкурентных преимуществ предприятия. Целью данного доклада является систематизация ключевых методов цифровизации, определяющих эффективность современных стратегий продвижения. Анализ теоретических трудов и практической деятельности организаций позволяет выделить три основных способа интеграции цифровых технологий в маркетинговую деятельность.

Первый вектор связан с использованием технологий обработки больших данных (Big Data) и искусственного интеллекта для персонализации коммуникаций. Современные стратегии продвижения отказались от массового маркетинга в пользу аналитики, позволяющей прогнозировать поведение потребителя и предлагать релевантный продукт или услугу в нужный момент. Подобные практики реализуется через алгоритмы машинного обучения, анализирующие цифровой след клиента.

Вторым значимым направлением является внедрение инструментов дополненной и виртуальной реальности (AR/VR). Данные технологии трансформируют взаимодействие с брендом, создавая иммерсивный пользовательский опыт. Таким образом, человек становится активным участником моделируемой реальности, а не пассивным наблюдателем. Технологии дополненной и виртуальной реальности позволяют значительно повысить вовлеченность аудитории и сократить цикл принятия решения о покупке за счет наглядной демонстрации свойств продукта. Виртуальные примерочные и 3D-презентации техники становятся не просто инструментом привлечения внимания, а важным фактором конкурентоспособности. Бренды, внедряющие AR/VR-механики, формируют образ технологического лидера и получают преимущество в борьбе за лояльность молодой аудитории, для которой цифровой опыт является неотъемлемой частью покупательского пути.

Третий вектор объединяет автоматизацию маркетинговых процессов и омниканальность. Использование CRM-систем, платформ Marketing Resource Management и инструментов для автоматизации рассылок и таргетинга позволяет выстраивать коммуникацию с клиентом во всех каналах одновременно. Это обеспечивает единство бренд-коммуникации и повышает операционную эффективность маркетинговых кампаний. Таким образом, цифровизация стратегии продвижения предприятия представляет собой комплексный процесс, где технологии Big Data, AR/VR и автоматизации формируют фундамент стратегии, опережающей ожидания аудитории.

АДАПТАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ К СЕЗОННЫМ КОЛЕБАНИЯМ СПРОСА

А.В. Беккер
Научный руководитель – Евсенкина Ю.М., канд. с.-х. наук, доцент

Сезонные колебания спроса создают существенные сложности для формирования производственной программы промышленных предприятий. В периоды пикового спроса возникает дефицит мощностей и срывы поставок, в периоды спада – недозагрузка оборудования и рост себестоимости. Цель доклада – систематизация подходов к адаптации производственной программы к сезонности.

Выделяются три основные стратегии адаптации. Первая – сглаживание загрузки за счёт формирования страховых запасов в межсезонье, что требует затрат на хранение, но обеспечивает равномерную загрузку. Вторая – диверсификация программы путём выпуска продукции с контрциклическим спросом. Третья – гибкое регулирование режима работы с привлечением временного персонала в пиковые периоды [1].

Ключевой инструмент количественного анализа – расчёт индексов сезонности на основе динамики продаж за 3–5 лет. Полученные коэффициенты служат основой для прогнозирования объёмов реализации и формирования производственной программы. Оптимизационная задача сводится к определению объёмов выпуска, минимизирующих совокупные затраты на производство, хранение и потери от дефицита. Решение возможно методами линейного программирования [2].

Практическое применение предложенных подходов позволяет снизить средние издержки на 10–15% и повысить надёжность выполнения заказов в пиковые периоды [3].

Библиографический список

1. Гребенников И.Р. Планирование производственной программы в условиях сезонного спроса // Машиностроение: республиканский межведомственный сборник научных трудов. – Минск: БНТУ, 2012. – Вып. 26, т. 1. – С. 148–150.

2. Лысоченко А.А., Орлов А.И. Математические методы и модели в управлении производством. – М.: Издательский дом «Спектр», 2018. – 312 с.

3. Питерская Л.Ю., Попова Е.В., Кириллова Г.А. Влияние фактора сезонности на результаты деятельности предприятия (на примере фарфорофаянсовой промышленности) // Современная экономика: проблемы и решения. – 2015. – № 11. – С. 210–220.

АНАЛИЗ РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЕГО ПРОБЛЕМЫ

П.С. Горбунов
Научный руководитель – Соловьева И.П., канд. экон. наук, доцент

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с состоянием и дальнейшем развитием электроэнергетики — базовой отрасли экономики Российской Федерации. В 2025–2026 гг. отрасль столкнулась с санкциями, износом фондов и ростом тарифов.

В 2025 году производство электроэнергии в ЕЭС России снизилось на 1,2% (до 1,166 трлн кВт·ч), потребление — на 1,1%. Это первое падение за четыре года. Причинами выступили аномально теплая зима, замедление роста ВВП (0,6%) и повышение энергоэффективности [1].

Однако начало 2026 г. показало рост потребления на 3,1% (за январь-февраль), а по итогам года ожидается прирост на 2,7%. Ключевые новые потребители — центры обработки данных и майнинг, совокупное энергопотребление которых составляет около 2,4% от общего объема по РФ. Установленная мощность действующих Центров обработки данных достигает 4,3 ГВт, еще 4 ГВт — в высокой степени готовности.

26 января 2026 года установлен рекорд потребления мощности — 177,5 ГВт (на 3,7 ГВт выше предыдущего). На фоне выбытия устаревших производственных мощностей наблюдается дефицита электроэнергии.

Наиболее острыми зонами дефицита являются: Дальний Восток (первый дефицит появляется уже в 2026 году, к 2030 году официальный дефицит составит не менее 3 ГВт); Юго-восток Сибири и Объединенная энергосеть Юга (включая Краснодарский край, Дагестан, Крым) [2].

Ключевыми проблемами рынка электроэнергетики являются:

- износ основных фондов (модернизация требует 7,25 трлн. рублей инвестиций до 2031 года);

- региональные диспропорции (дефицит на Дальнем Востоке, Юге и в Сибири при избытке в других регионах).

К перспективным направлениям развития электроэнергетики следует отнести:

- проведение цифровой трансформации отрасли к 2035 г., включающую цифровые двойники, автоматизацию, роботизацию;
- ввод новой генерации - 20,8 ГВт до 2031 г.;
- международное сотрудничество со странами БРИКС (экспорт — 17% ресурсной базы).

Следует отметить, что отрасль переживает структурные изменения: спад 2025 года сменился ростом 2026 года, обнажив дефицит мощностей в ряде регионов. Для достижения целей Энергостратегии–2050 необходим баланс госрегулирования, рыночных механизмов и инноваций.

Библиографический список

1. В Совфеде назвали регионы, которые могут столкнуться с дефицитом электроэнергии // Парламентская газета, 19.03.2026.
2. Опубликован проект СиПР ЭЭС России на 2026–2031 годы // Электроэнергетический Совет СНГ, 05.11.2025.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ В ЦЕХАХ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Клевков С.Ю.
Научный руководитель – Ларионова О.А., канд. экон. наук, доцент

При анализе положения дел в цехах основного производства обычно опираются на отчёты, нормативы, плановые показатели. То, что зафиксировано в документах, и то, что происходит на рабочих местах, совпадает далеко не всегда. Разрыв этот заметен невооружённым глазом. ERP-система исправно считает материалы и выдаёт укрупнённый график, но до загрузки конкретного станка в конкретную смену ей дела нет — не та степень подробности. Функциональная избыточность, неточности в учёте незавершённого производства — эти факторы тянут общую производительность вниз [1].

Стратегические установки требуют одного вектора движения, а текущая ситуация на производстве диктует иные приоритеты. Попытки механически нарастить объём выпуска, не устранив предварительно накопленные потери — к которым относятся лишние запасы, неоптимальные маршруты транспортировки, дублирование операций, — ведут к тому, что рентабельность снижается, а управляемость производственным потоком ослабевает [2]. Подобная динамика выглядит закономерной при сохранении прежних подходов.

Среди возможных направлений действий можно выделить несколько шагов, очередность которых не обязательно жёстко фиксирована. Например, началом способен послужить пересмотр системы технического обслуживания и ремонтов — внезапный выход оборудования из строя сводит на нет любые усилия по синхронизации. Далее целесообразно внедрение цифрового сбора сведений о простоях и браке, что позволит отслеживать отклонения в реальном времени, а не по итогам отчётного периода. Наконец, требуется согласование работы смежных участков, чтобы межоперационные запасы перестали выполнять роль страхового буфера и превратились в объект целенаправленного сокращения. Реализация

перечисленных мер даёт основания ожидать сжатия производственного цикла, снижения себестоимости единицы продукции и формирования производственной системы, способной адаптироваться к рыночным изменениям без потери устойчивости. В такой логике бережливое производство перестаёт восприниматься как набор разрозненных инструментов и становится параметром, реально определяющим траекторию развития основных цехов [3].

Библиографический список

1. Иванов, И. Н. Организация производства на промышленных предприятиях : учебник / И. Н. Иванов. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 320 с.

2. Петров, С. В. Бережливое производство: от теории к практике : монография / С. В. Петров. — Новосибирск : СибГУТИ, 2021. — 256 с.

3. Клевков С.Ю. Отчет о научно-исследовательской работе (часть 1) / РГРТУ. – Рязань, 2025.

СТРАТЕГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ КОНТРАКТНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПЕРИОД ТУРБУЛЕНТНОСТИ

Р.П. Копнов

Научный руководитель – Ерзылева А.А., канд. экон. наук, доцент

Для промышленных предприятий с высокой долей условно-постоянных затрат критическая недозагрузка мощностей становится стратегической проблемой. В ООО «ВЕГА-Рязань», специализирующемся на контрактном литье пластмасс, загрузка термопластавтоматов составляет ~36% при нормативном уровне 75–80%, что обусловлено уходом ключевых клиентов на собственное производство и ценовым давлением китайских поставщиков [1].

Руководство компании предприняло важный организационный шаг, создав специализированный отдел продаж для поиска новых клиентов. Однако практика показывает, что даже эффективная работа отдела продаж не позволяет преодолеть системный кризис без пересмотра целевой функции стратегии. Классические антикризисные подходы ориентированы на восстановление объемов, но в условиях сжавшегося рынка и высокой доли постоянных затрат наращивание выпуска без роста маржинальности ведет к убыткам. Выявленное в ходе анализа данных предприятия противоречие заключается в невозможности одновременного достижения высокой загрузки и положительной рентабельности при сохранении текущей структуры заказов и принципов ценообразования.

Целевым ориентиром антикризисной стратегии становится удельная рентабельность единицы загрузки мощностей, а не объём выпуска. Такой подход требует баланса между загрузкой и маржинальностью: отказ от убыточных контрактов даже при неполной загрузке. Для оценки заказов используется разработанная автором матрица интеграции функциональных аспектов управления, учитывающая долгосрочность, стабильность и вклад в покрытие постоянных затрат. Приоритет отдаётся заказам, обеспечивающим положительную рентабельность, и долгосрочным контрактам, снижающим неопределённость.

Реализация предложенной стратегии включает пересмотр клиентской политики с сегментацией по критериям сложности оснастки и стабильности заказов,

внедрение операционного контроллинга для оценки рентабельности каждого заказа с учетом фактической загрузки, а также оптимизацию структуры постоянных затрат без потери технологической гибкости. Ожидаемым результатом является достижение операционной безубыточности при загрузке ~58–60%, что на 15–17 процентных пунктов ниже отраслевого норматива. Таким образом, рентабельность перестает быть пассивным результатом и становится управляющим параметром антикризисной стратегии, позволяя предприятию адаптироваться к перманентной внешней турбулентности.

1. Копнов Р.П. Отчет о научно-исследовательской работе (часть 1) / РГРТУ. – Рязань, 2025.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

И.В. Красных
Научный руководитель – Мартынова Т.М., канд. экон. наук, доцент

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по совершенствованию механизма управления технологическими процессами на предприятиях производства металлоконструкций.

Актуальность темы обусловлена наличием системного кризиса управления в отрасли: традиционные иерархические модели, основанные на жестком контроле, не позволяют гибко реагировать на изменения внешней среды и индивидуализацию заказов. Анализ статистических данных показывает, что до 30% задержек в выполнении заказов связаны именно с управленческими причинами, а уровень брака достигает 7–10%, что делает совершенствование управленческого механизма стратегической необходимостью для обеспечения конкурентоспособности предприятий.

Теоретическую основу исследования составляет эволюция управленческих парадигм от классического тейлоризма до современных концепций самоуправления. Особое внимание уделяется сравнительному анализу двух полярных моделей: традиционной иерархической и «бирюзовой», предложенной Ф. Лалу. Зарубежный опыт компаний демонстрирует, что внедрение принципов самоуправления позволяет сократить сроки выполнения заказов на 10–20% и снизить брак до 2–3%.

В российской практике, однако, наблюдается разрыв между передовыми научно-методическими разработками и реальной практикой, где преобладают устаревшие административные методы, фрагментация процессов и отсутствие механизмов обратной связи.

Категорийный аппарат исследования базируется на понятии «механизм управления технологическими процессами» как совокупности методов и организационных структур, обеспечивающих эффективное протекание производства. Ключевой научной концепцией выступает переход от «управления через контроль» к «управлению через доверие и ответственность».

Сравнение отечественного и зарубежного опыта показывает, что зарубежные компании активнее внедряют элементы Agile и Lean-производства в сочетании с самоуправлением, в то время как российские предприятия сталкиваются с

консервативностью управленческого мышления и недостатком исследований, адаптированных к специфике металлообработки. Целью исследования является разработка научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию механизма управления на основе сравнительного анализа традиционной и бирюзовой моделей.

СПЕЦИФИКА РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.Д. Миронович
Научный руководитель – Бачина Т.В., канд. экон. наук, доцент

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по разработке стратегии развития полиграфического предприятия.

Потребительские предпочтения постоянно меняются, это требует своевременного совершенствования предприятия и его оборудования.

Цены на эксплуатационные материалы постоянно повышаются, чтобы это сильно не влияло на цену товаров, стоит оптимизировать производство, дабы уравновесить конечную стоимость, с помощью снижения цены на производство.

Рынок полиграфии разрастается, появляются новые ниши, чтобы оставаться актуальными и востребованными, необходимо занимать большую часть из них. В полиграфической отрасли многие организации плотно связанны и сотрудничают друг с другом.

Цена продукции сильно зависит от стоимости сырья. Так как рассматриваться будет малый и микро-бизнес, стоит отметить, что человеческий фактор имеет большое влияние.

В этой отрасли сочетаются многосерийные заказы с малыми поштучными. До выдачи клиенту, заказ проходит многоступенчатый процесс.

Выявлены ряд противоречий, в частности:

1) экономическая эффективность лучше достигается при больших тиражах, но большинство заказов являются единичными и индивидуальными;

2) чтобы улучшить множество факторов, необходимо инвестировать. С минимальными затратами улучшить получится только процессы, связанные с управлением персоналом и то, не все.

3) в данной отрасли нужны квалифицированные кадры, но таких крайне мало. В большинстве случаев работников приходится обучать самим, данный процесс занимает долгое время.

Таким образом, представленные положения являются основой формирования стратегии развития полиграфического предприятия, которая должна отражать специфику данной отрасли.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОСНОВНЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Л.Д. Каверкин
Научный руководитель – Мартынова Т.М., канд. экон. наук, доцент

В условиях высокой динамичности рыночной среды и нарастающей конкуренции эффективность бизнес-процессов становится ключевым фактором устойчивого развития предприятия. Современные организации сталкиваются с необходимостью постоянной оптимизации операционной деятельности: требуется сокращать издержки, повышать качество продукции или услуг, ускорять выполнение заказов и гибко реагировать на изменения потребительского спроса. В этой связи совершенствование основных бизнес-процессов превращается из разовой инициативы в непрерывную стратегическую задачу [1].

Изменчивость рыночной среды только усиливает потребность в совершенствовании бизнес-процессов: современные рынки характеризуются высокой степенью волатильности и насыщенности. Выход на рынок новых игроков (в том числе цифровых стартапов), снижение барьеров входа благодаря цифровым технологиям, трансграничная конкуренция — всё это вынуждает предприятия искать резервы повышения эффективности. В таких условиях оптимизация бизнес-процессов становится не просто инструментом улучшения показателей, а условием выживания в конкурентной борьбе [3].

Цифровые технологии открывают новые возможности: внедрение цифровых технологий (Big Data, IoT, искусственный интеллект, роботизация) открывает перспективы для автоматизации и реинжиниринга процессов. Вместе с тем цифровизация повышает требования к прозрачности процессов (необходима возможность отслеживания в реальном времени), адаптивности (способность быстро перестраивать процессы под новые технологии) и интеграции систем (бесшовное взаимодействие ERP, CRM, SCM и других платформ) [1].

Наблюдается фундаментальное противоречие: возрастающие требования рыночной среды (высокая волатильность, глобализация конкуренции, цифровизация, меняющиеся потребительские ожидания) и уровень адаптивности существующих бизнес-процессов. Многие предприятия продолжают функционировать на основе устаревших моделей организации труда, не способных обеспечить необходимую скорость реакции на внешние изменения [2]. Существенной проблемой выступает разрыв между потенциалом современных технологий (Big Data, IoT, искусственный интеллект, роботизация) и реальной готовностью предприятий к их интеграции. Несмотря на доступность цифровых инструментов, большинство организаций сталкивается с трудностями при автоматизации и реинжиниринге процессов.

Библиографический список

1. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе. — СПб.: Издательство СПбГУЭФ, 2023. — 332 с.

2. Лебедев А. В., Морозова Н. С. Big Data в управлении процессами: кейсы внедрения // Информационные технологии. — 2024. — № 4. — С. 28–41.

3. Котлер Ф., Картаджайя Х., Сетиаван И. Маркетинг 4.0: Переход от традиционного к цифровому. — М.: Эксмо, 2022. — 272 с.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

А. Д. Кана
Научный руководитель – Куприянова М.В., канд. экон. наук, доцент

В последние годы научный подход к методам организации производства претерпел значительные изменения, перейдя от традиционных моделей, ориентированных на стандартизацию и линейные процессы, к гибким, адаптивным системам, учитывающим динамику цифровой трансформации и высокую неопределенность внешней среды. Если ранее акцент делался на оптимизации материальных потоков и минимизации затрат по Тейлору и Форду, то в современных условиях превалирует интегративный взгляд, сочетающий поведенческие, информационные и технологические аспекты, где производство рассматривается как экосистема, способная к самоорганизации под влиянием данных в реальном времени.

Особенности методов организации производства на наукоемких предприятиях определяются высокой долей интеллектуального капитала, интенсивным использованием научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок и необходимостью быстрой итерации инноваций. Здесь доминируют сетевые структуры вместо иерархических, с акцентом на межфункциональные команды и коллаборативные платформы, что позволяет оперативно реагировать на технологические прорывы, минимизировать риски провалов прототипов и максимизировать отдачу от ноу-хау. Такие предприятия, как лидеры в секторах микроэлектроники и биотехнологий, характеризуются высокой текучестью знаний, где производство интегрируется с разработкой, а процессы подчиняются принципам производства в нужное время с элементами предиктивной аналитики.

Необходимость применения цифровых технологий для повышения эффективности организации производства на наукоемких предприятиях обусловлена растущей сложностью процессов и объемами данных: датчики Интернета вещей, большие данные и искусственный интеллект позволяют прогнозировать сбои, оптимизировать логистику и персонализировать производство, снижая простои на 20–30% и повышая производительность труда. Без цифровизации такие предприятия теряют конкурентные преимущества, поскольку традиционные методы не справляются с объемом неструктурированной информации и скоростью инноваций, что подтверждается кейсами внедрения цифровых двойников на заводах Ростеха и Росатома.

Среди новых методов организации производства, активно используемых наукоемкими предприятиями, выделяются массовое индивидуализированное производство, цифровое управление цепями поставок и модульное производство на основе платформенных технологий. Эти подходы обеспечивают гибкость, масштабируемость и интеграцию с экосистемами поставщиков, позволяя быстро адаптировать продукты под рыночные ниши.

В заключение, в условиях ускоренной технологической эволюции возникает острая необходимость поиска новых методов организации производства, способных в сжатые сроки привести к существенному повышению эффективности наукоемких предприятий за счет радикальной цифровизации и когнитивных алгоритмов, что станет ключом к устойчивому лидерству в глобальной конкуренции.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТОРГОВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАМЕРУН

Э. Кемта Манто
Научный руководитель – А.А. Ерзылева, канд. экон. наук, доцент

Торговые организации Камеруна (розничные, оптовые, импортно-экспортные) составляют основу третичного сектора, обеспечивая около половины ВВП и занятость большинства малых и средних предприятий [1, 3]. В условиях Национальной стратегии развития до 2030 года и участия в Африканской зоне свободной торговли сектор сталкивается с системными барьерами, обострившимися после поствыборной нестабильности 2025 года. Рост ВВП в 2024 году составил 3,5%, в 2025 замедлился до 3,1% из-за беспорядков, прогноз на 2026 – восстановление до 3,3% с последующим ускорением при снятии энергетических ограничений [1].

Сектор доминируется неформальными структурами (80-90% розницы), что создает недобросовестную конкуренцию формальным игрокам на фоне торгового дефицита 2-4% ВВП [4] и сильной зависимости от импорта продовольствия при волатильных ценах на сырье. Основные проблемы включают инфраструктурно-логистические барьеры (плохие дороги, перегрузка порта Дуала, дефицит электроэнергии, низкая цифровизация), повышающие издержки на 20-40%. Особенно сильно это проявилось в ноябре 2025 года, когда паралич логистики в Дуале привел к ежедневным потерям (свыше 10 млрд. франков КФА).

Институциональные ограничения сохраняются из-за бюрократии, частых изменений налогов и медленных таможенных процедур. Коррупция и масштабный неформальный сектор подрывают легальный бизнес через контрабанду и фальсификат. Доступ к кредитам ограничен МСП при высоких ставках и жестких требованиях к залогу, что усилилось после кризиса 2025 года и повысило риски дефолта [2].

Социально-политические риски (протесты октября–ноября 2025, конфликты в англоязычных регионах, Боко Харам) и внешние факторы (тарифы, волатильность цен) нарушают поставки и усиливают инфляцию импорта. Это приводит к стагнации формального ритейла, оттоку капитала и снижению конкурентоспособности. Потенциал роста связан с AfCFTA, новыми энергомощностями, горнодобычей, газом, цифровизацией и формализацией МСП [3].

Преодоление требует комплексных мер: ускорения инфраструктурных PPP-проектов, полной цифровизации таможни и налогов, налоговых стимулов для выхода из тени, борьбы с коррупцией, развития микрофинанса и гарантийных фондов, укрепления диалога власти и бизнеса. Только такие реформы позволят торговым организациям стать драйвером устойчивого роста Камеруна в ближайшие годы.

Библиографический список

1. International Monetary Fund (IMF). Cameroon: Staff Completed 2026 Article IV Mission: [Электронный ресурс] // URL: https://www.imf.org/en/news/articles/2026/02/13/pr-26049-cameroon-imf-staff-completes-2026-article-iv-mission

2. U.S. Department of State. Investment Climate Statements: Cameroon: [Электронный ресурс] // URL: https://www.state.gov/reports/2025-investment-climate-statements/cameroon

3. African Development Bank (AfDB). African Economic Outlook 2025: [Электронный ресурс] // URL: https://www.afdb.org/sites/default/files/documents/publications/afdb25-01_aeo_highlights_english_020625.pdf

4. UNCTAD / Trading Economics. Cameroon Trade Balance and Economic Indicators: [Электронный ресурс] // URL: https://tradingeconomics.com/cameroon/balance-of-trade

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

А.Т. Ставер

Научный руководитель – Евдокимова Е.Н., д-р экон. наук, доцент

В современных экономических условиях производительность труда является ключевым фактором конкурентоспособности промышленного предприятия. Однако многие компании сталкиваются с рядом системных проблем, препятствующих ее росту. В данном докладе рассматриваются основные барьеры и предлагаются пути их преодоления.

Одной из главных проблем является высокая степень износа основных фондов. Устаревшее оборудование требует частого ремонта и не позволяет внедрять современные технологии производства, что напрямую снижает выработку на одного рабочего [1]. Второй существенной проблемой выступает недостаточная квалификация персонала. Дефицит инженерных кадров и рабочих специальностей, а также устаревшие программы обучения приводят к тому, что предприятия не могут эффективно использовать даже имеющееся оборудование.

Кроме того, значительное влияние оказывают потери рабочего времени. Анализ показывает, что непроизводственные затраты времени из-за неэффективной логистики внутри завода, простоев и дублирования функций могут достигать 15-20% фонда рабочего времени [2]. Для решения данных проблем необходимо применять комплексный подход. Внедрение принципов бережливого производства, автоматизация рутинных процессов и создание системы непрерывного обучения персонала позволяют нивелировать негативные факторы.

Таким образом, повышение производительности труда на промышленном предприятии требует не только модернизации оборудования, но и перестройки системы организации труда и развития человеческого капитала.

Библиографический список

1. Генкин Б.М. Организация, нормирование и оплата труда на промышленных предприятиях. – М.: Норма, 2021. – 464 с.

2. Экономика труда : учебник / А.И. Рофе. - М.: КНОРУС, 2010. -400 с.

РАЗРАБОТКА БИЗНЕС-ПЛАНА ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ВИДЕОАГЕНТСТВА

Кенгне Фонганг Тите Валере
Научный руководитель – Чернобродова Л.А., канд. экон. наук, доцент

В современных условиях рыночной экономики качественный бизнес-план необходим для успешного запуска и функционирования предприятий любого профиля, включая видеоагентства. В данном докладе рассматривается процесс разработки бизнес-плана организации, специализирующейся на создании рекламных, корпоративных и событийных видеороликов. Цель исследования - выявление ключевых особенностей и этапов планирования в данной сфере бизнеса, а также обоснование экономической эффективности предлагаемого проекта.

Актуальность темы обусловлена стремительным ростом спроса на видеоконтент со стороны как бизнеса, так и частных лиц. Видеомаркетинг стал одним из наиболее действенных инструментов продвижения, что создает благоприятную среду для открытия новых видеоагентств. Однако для привлечения инвестиций или получения кредитных средств необходимо четкое и структурированное обоснование проекта, которым и является бизнес-план.

Структура бизнес-плана для видеоагентства включает в себя разделы: резюме, описание услуг, анализ рынка и конкурентов, маркетинговый план, производственный план, организационный и финансовый планы. В ходе работы над бизнес-планом были определены ключевые факторы успеха: высокое качество услуг, соблюдение сроков, уникальное творческое предложение и ценовая политика.

Особое внимание в процессе разработки было уделено производственному и финансовому планам. Производственный план видеоагентства включает в себя описание процессов предпродакшн (разработка идеи, сценария), продакшн (съемка) и постпродакшн (монтаж, цветовое и звуковое оформление). Для каждого этапа были рассчитаны трудовые затраты. Финансовый план, основанный на прогнозе объемов продаж на первые два года работы, показал, что стартовые инвестиции в объеме 1,5 млн. руб. (на закупку оборудования, программного обеспечения, аренду помещения и рекламу) окупаются в течение года.

Проведенный анализ позволил выявить основные рыночные и производственные риски, характерные для деятельности видеоагентства: высокий уровень конкуренции, зависимость от квалификации ключевых сотрудников (режиссера монтажа, оператора) и возможное устаревание оборудования. В бизнес-плане отражены меры по минимизации данных рисков: особое внимание к повышению квалификации персонала, заключение долгосрочных контрактов с постоянными клиентами, регулярное обновление технико-технологической базы организации.

Таким образом, разработанный бизнес-план демонстрирует реалистичность и экономическую целесообразность создания видеоагентства при условии следования всем пунктам стратегии, изложенной в документе.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПУСКО-НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ

М.Б. Торженов
Научный руководитель – Соловьева И.П., канд. экон. наук, доцент

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов о пуско-наладочных работах. Пуско-наладочные работы (ПНР) являются не только завершающей стадией строительного цикла, но и механизмом проверки фактической готовности объекта к эксплуатации. Особую роль играет подготовительный этап, поскольку именно здесь формируются организационные условия, определяющие качество последующих испытаний и ввода оборудования в работу [1].

Значительная часть проблем ПНР возникает еще до начала непосредственной наладки: при недостаточной подготовке объекта, несогласованности действий участников проекта и формальном подходе к приемке систем из монтажа в наладку. Если монтажные недоделки переносятся на этап ПНР, наладка начинает выполнять несвойственные ей функции: устранение монтажных дефектов, корректировку проектных решений, согласование замечаний, что увеличивает срок ввода объекта и снижает управляемость проекта.

Особое значение имеет работа по исправлению выявленных недостатков в процессе ввода оборудования в эксплуатацию. Перечень замечаний, формируемый в ходе ПНР, позволяет объективно оценить фактическую готовность объекта. Однако отсутствие четкого порядка их фиксации и распределения по ответственным исполнителям приводит к задержкам в устранении критических несоответствий и росту объема доработок [2].

Существенное значение для повышения эффективности ПНР имеет последовательность этапов их организации. Подготовка, приемка объекта из монтажа в наладку, индивидуальная проверка узлов и переход к испытаниям должны рассматриваться как последовательные стадии с собственными критериями завершения. Если эти стадии выполняются формально, дефекты и несоответствия выявляются уже в момент общего запуска системы, что требует дополнительных временных и организационных затрат.

Совершенствование ПНР должно быть связано прежде всего с усилением подготовительного этапа. Необходимо заранее разрабатывать программы испытаний, уточнять критерии готовности объекта, детализировать состав систем и подсистем, а также на более ранних стадиях привлекать специалистов, осуществляющих пуско-наладочные работы, к анализу проектной и рабочей документации. Это позволяет еще до начала испытаний выявлять противоречия между проектными решениями, монтажом и фактическим состоянием оборудования [1].

Библиографический список

1. СП 77.13330.2016. Системы автоматизации. Актуализированная редакция СНиП 3.05.07-85 // Справочная систем «Кодекс». – URL: https://docs.cntd.ru/document/456044317

2. СП 68.13330.2017. Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 3.01.04-87 // Справочная систем «Кодекс». – URL: https://docs.cntd.ru/document/555603336

УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ПЕРСОНАЛА НАУКОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКИ

А.Б. Кузменков
Научный руководитель – Есакова Г.В., канд. экон. наук, доцент

В условиях ускоренной технологической трансформации и приоритета технологического суверенитета управление развитием персонала на наукоемких производствах (авиа-, ракетно-космическая отрасль, судостроение, Индустрия 4.0) стало стратегическим ресурсом национальной конкурентоспособности и экономической безопасности России. Успех здесь зависит от способности коллективов быстро осваивать новые технологии и поддерживать инновационную активность, однако компетенции устаревают стремительно [4].

Хронический кадровый дефицит усугубляет ситуацию: по прогнозу Минтруда РФ экономике нужно ежегодно привлекать ~ 1,7 млн. работников до 2032 года, общая потребность ~ 12 млн. человек [2], с наибольшей остротой в высококвалифицированных инженерах, IT-специалистах и ученых для наукоемких секторов. Система образования отстает от нужд производства, вынуждая предприятия тратить ресурсы на дообучение выпускников.

Цифровые технологии трансформируют управление персоналом: ИИ, LXP-платформы и анализ данных позволяют создавать персонализированные непрерывные траектории развития. В России же цифровизация HR недостаточна – на начало 2026 года ИИ используют 57% компаний [3], в основном для рутины (скрининг, документооборот), а не для стратегических задач (прогнозирование рисков, оценка обучения).

Система сталкивается с противоречиями: инертностью программ, несоответствием скорости технологий и обновления знаний, отсутствием оценки отдачи от обучения, архаичными HR-подходами и слабой индивидуализацией. Особо остры социально-психологические барьеры: выгорание достигло эпидемического масштаба (по НАФИ 2023 – 15% работающих россиян, > 13 млн. человек, испытывают его сейчас; в высокотехнологичных отраслях каждый четвертый в зоне риска) [1], низкая психологическая безопасность и авторитарный стиль тормозят инновации.

Перспективы заключаются в адаптивных моделях управления человеческим капиталом: стратегическая увязка с целями предприятия и нацпроектами, микрообучение, цифровые симуляторы, LXP и ИИ для прогнозирования и оценки компетенций будущего, интеграция с НИОКР. Рекомендуется создавать корпоративные университеты, внедрять KPI с учетом командного вклада и саморазвития, формировать культуру психологической безопасности, проводить профилактику выгорания, ротацию и оценивать ROI обучения через бизнес-показатели (производительность, снижение брака, инновации).

Библиографический список

1. Более 13 млн работающих россиян находятся в состоянии профессионального выгорания // НАФИ: [Электронный ресурс] // URL: https://nafi.ru/en/analytics/bolee-13-mln-rabotayushchikh-rossiyan-nakhodyatsya-v-sostoyanii-professionalnogo-vygoraniya/

2. Прогноз кадровой потребности экономики // Минтруд России: [Электронный ресурс] // URL: https://mintrud.gov.ru/employment/260

3. 57% компаний уже внедрили ИИ в работу с персоналом // CNews: [Электронный ресурс] // URL: https://www.cnews.ru/news/line/2026-01-23_57_kompanij_uzhe_vnedrili
4. The Future of Jobs Report // World Economic Forum: [Электронный ресурс] // URL: https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/

ТИПОЛОГИЯ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕД СПО

А.А. Смирнова
Научный руководитель – Евсенкина Ю.М., канд. с.-х. наук, доцент

Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) закрепляют требования по созданию на базе каждого образовательного учреждения информационно-образовательной среды, определяют ее состав и функционирование.

На сегодняшний день в системе СПО часто наблюдается хаотичное внедрение цифровых платформ, которые не взаимосвязаны между собой. Поэтому актуальным становиться вопрос о типологии цифровых образовательных сред.

В рамках определения типологии будем рассматривать цифровую образовательную среду СПО как совокупность четырех взаимосвязанных элементов: управленческая среда, учебно-методическая среда, интерактивно-коммуникационная среда и практико-ориентированная среда.

Первый тип – это информационно-коммуникационная, или управленческая, среда.

Информационно-коммуникационная среда – это совокупность цифровых систем и сервисов, которые обеспечивают управление образовательной организацией, сбор, хранение и обработку данных об образовательном процессе, а также коммуникацию между всеми участниками образовательных отношений: администрацией, преподавателями, студентами и родителями.

Второй тип – учебно-методическая среда. Она объединяет в себе все цифровые ресурсы, инструменты и платформы, которые обеспечивают доступ к учебным материалам, их создание, хранение, доставку и тп.

Третий тип – интерактивно-коммуникационная среда. Это совокупность цифровых инструментов и платформ, которые обеспечивают взаимодействие между участниками образовательного процесса: преподавателями, студентами, администрацией и родителями.

Четвертый тип – практико-ориентированная среда. Это совокупность цифровых технологий и инструментов, которые моделируют реальную профессиональную деятельность, погружают студента в условия, максимально приближенные к реальному производству, и позволяют отрабатывать практические навыки без риска, без больших материальных затрат и с возможностью многократного повторения. Именно здесь и формируются профессиональные навыки студента, которые необходимы работодателям.

Таким образом, мы рассмотрели четыре типа цифровых образовательных сред СПО: информационно-коммуникационную, которая обеспечивает администрирование и прозрачность действий, учебно-методическую, которая дает доступ к знаниям и учебным материалам, интерактивно-коммуникационную, которая отвечает за живое

общение и совместную работу и практико-ориентированную, которая позволяет отрабатывать профессиональные навыки на виртуальных тренажерах.

Важно отметить, что эти типы не существуют изолированно – они должны работать как единая система, где данные свободно перемещаются между системами.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОСНОВНЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ И АНАЛИЗ ОПЫТА

В.А. Серенков
Научный руководитель — Ларионова О.А., канд. экон. наук, доцент

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по обоснованию актуальности совершенствования основных бизнес-процессов (ОБП) промышленных предприятий, анализу эволюции управленческих парадигм от функционального подхода к процессно-ориентированному, а также сопоставлению отечественного и зарубежного опыта внедрения инструментов оптимизации.

В настоящее время заводы работают там, где условия быстро меняются. На это влияет то, что технологии развиваются быстрее. По этой причине старые способы управления через отделы работают плохо. Из-за этого компании тратят больше денег на взаимодействие. Когда инженеры создают машины, они теряют до четверти времени. Это происходит потому, что отделы не связаны друг с другом. В такой ситуации компаниям важно менять свои бизнес-процессы, чтобы сохранить позиции.

Для описания работы используются такие технические термины, как Lean и Agile. Под основным бизнес-процессом понимается путь из действий, которые полезны для клиента. С течением времени правила управления стали иными. Раньше компании использовали подход Ф. Тейлора, где все действия были жестко закреплены. Но теперь многие выбирают Agile Manufacturing, чтобы быстрее менять производство. Между тем специалисты спорят, как совместить два требования. Если процесс стандартен, то продукт качественный, но компании трудно подстроиться под новые условия.

Разрыв в подходах к улучшению бизнес-процессов остается заметным, если сопоставить российские и иностранные методы. В зарубежных организациях, например в Toyota, инструменты Lean и BPM являются частью повседневной работы сотрудников. Но в российских условиях эти методы часто применяют лишь частично. Исследования подтверждают, что на заводах в России функционал ERP-систем задействуют менее чем наполовину от их возможностей. При этом принципы бережливого производства внедряют только на отдельных рабочих местах. К барьерам в этой области относится недостаток знаний о методах работы. Также развитию мешает привычка персонала следовать строгой иерархии, из-за чего сотрудники из разных отделов редко взаимодействуют друг с другом напрямую.

Далее в работе будет представлена модель для совершенствования бизнес-процессов, которая учитывает особенности производства в России. С помощью этой схемы можно устранить несоответствия, которые описаны выше.

ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ДОРОЖНО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В РЕСПУБЛИКЕ КАМЕРУН

Д.М.Тчокомени Уэтомдьё
Научный руководитель – Соловьева И.П, канд. экон. наук, доцент

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов функционирования предприятий дорожно-промышленного комплекса в Республике Камерун.

Дорожно-промышленный комплекс Республики Камерун играет ключевую роль в обеспечении транспортной доступности, развитии внутренней торговли и интеграции страны в экономические пространства центральной Африки. Однако предприятия данного сектора сталкиваются с рядом системных проблем, ограничивающих их эффективность и устойчивость.

Во-первых, значительная часть дорожной инфраструктуры находится в неудовлетворительном состоянии: по данным Всемирного банка, лишь около 30% дорог общего пользования имеют твёрдое покрытие, а остальные подвержены разрушению в сезон дождей. Это увеличивает издержки предприятий на логистику и техническое обслуживание [1].

Во-вторых, наблюдается острый дефицит квалифицированных кадров и современного оборудования. Многие местные строительные компании не обладают достаточным техническим потенциалом для реализации крупных инфраструктурных проектов, что вынуждает государство привлекать иностранных подрядчиков, в основном из Китая и Франции. Точно так же формирование системы подготовки квалифицированных инженерных кадров представляет собой не столько социальный вызов, сколько структурное экономическое ограничение. Пока предприятия дорожно-промышленного комплекса Камеруна не станут воспринимать инвестиции в образование и повышение квалификации как стратегический инструмент обеспечения прибыльности, а государство не гарантирует наличие жёстких нормативных рамок, ориентированных на достижение высокой производительности труда в интересах национального развития, модернизация данного сектора останется недостижимой целью.

В-третьих, финансирование дорожного строительства и ремонта остаётся недостаточным. Несмотря на усилия правительства по мобилизации средств через дорожный фонд (специальный фонд для обслуживания дорог), бюджетные ограничения и коррупционные риски снижают эффективность расходования средств [2].

Таким образом, для повышения эффективности функционирования предприятий дорожно-промышленного комплекса в Камеруне необходимы системные меры: модернизация нормативно-правовой базы, усиление прозрачности государственных закупок, развитие частно-государственного партнёрства, а также инвестиции в подготовку кадров и обновление парка строительной техники.

Библиографический список

1. Всемирный банк. Экономическое обозрение Камеруна: Инвестиции в инфраструктуру ради всеохватного роста: доклад. — Вашингтон: Всемирный банк, 2023. — 124 с.

2. Правительство Республики Камерун. Национальная стратегия развития на 2020–2030 гг. (НСР30): утв. указом президента. — Яунде: Президентство Республики Камерун, 2022. — 87 с.

IT В РАЗВИВАЮЩИХСЯ ЭКОНОМИКАХ: СТРАТЕГИИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ

У.К. Дорис
Научный руководитель – Константинова И.В., канд. экон. наук, доцент

В условиях глобальной цифровой трансформации развивающиеся экономики сталкиваются с уникальным набором вызовов, где информационные технологии выступают одновременно и драйвером роста, и полем барьеров. Особый интерес представляет кейс Камеруна — страны Центральной Африки, демонстрирующей амбициозные цели цифровизации при сохранении глубоких инфраструктурных и социально-экономических диспропорций.

Основным сдерживающим фактором остается критическая неоднородность телекоммуникационной инфраструктуры. При относительно развитом сегменте мобильной связи в городах (проникновение превышает 80%), значительные сельские территории остаются зонами цифрового отчуждения из-за отсутствия устойчивого энергоснабжения и высокой стоимости развертывания оптоволоконных сетей. Вторым существенным барьером выступает кадровый голод: система образования не успевает за потребностями рынка в специалистах по кибербезопасности, разработке ПО и анализу данных, что усугубляется оттоком квалифицированных кадров за рубеж.

Стратегия преодоления указанных препятствий в Камеруне носит многоуровневый характер. Во-первых, акцент смещается в сторону государственно-частного партнерства в рамках национальной стратегии «Cameroon Digital 2025». Инвестиции направляются на создание точек публичного доступа и развитие спутниковых технологий для подключения удаленных районов в обход дорогостоящей наземной прокладки кабеля. Во-вторых, предпринимаются попытки стимулирования локальной инновационной экосистемы через технопарки и упрощение фискального режима для IT-компаний.

Анализ камерунского кейса [1, 2] показывает, что для развивающихся экономик первостепенное значение имеет не столько технологическое совершенство внедряемых решений, сколько их адаптивность к локальным ресурсным ограничениям и устойчивость к инфраструктурным сбоям. Преодоление цифрового разрыва в таких странах требует синхронизации инвестиций в IT с базовыми инфраструктурными и образовательными реформами.

Библиографический список

1. Tchamyou V. S., Asongu S. A. Information Sharing and Financial Sector Development in Africa // Journal of African Business. 2017. Vol. 18, No. 1. P. 24-49.

2. Cameroon National Development Strategy 2020-2030: Chapter on Digital Economy. Ministry of Economy, Planning and Regional Development. Yaoundé, 2020.

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ МАРКЕТИНГОВОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

С.А. Якуан
Научный руководитель – Куприянова М.В., канд. экон. наук, доцент

В условиях экономической нестабильности, снижения покупательской способности и нарушения логистических цепочек перед многими предприятиями встаёт задача пересмотра маркетинговой стратегии. Традиционные подходы, ориентированные на долгосрочное планирование и стабильный рост, часто оказываются неэффективными. В данной работе рассматриваются ключевые проблемы, возникающие при разработке маркетинговой стратегии в кризис, и предлагаются возможные пути их решения.

Одной из главных проблем является высокая неопределённость внешней среды. Прогнозирование спроса, поведения конкурентов и динамики цен становится крайне затруднительным. Это требует перехода от жёстких долгосрочных планов к гибким сценарным стратегиям, которые допускают быструю корректировку тактики в зависимости от изменения ситуации [1].

Вторая проблема связана с ограничением бюджетов на маркетинг. В кризис компании вынуждены сокращать расходы, что приводит к отказу от дорогостоящих рекламных каналов и масштабных исследований. В этих условиях необходимо перераспределение ресурсов в пользу наиболее рентабельных инструментов: цифрового маркетинга, таргетированной рекламы, программ лояльности и удержания существующих клиентов. Эффективным решением становится также внедрение low-cost стратегий, основанных на виральном маркетинге и партнёрских интеграциях.

Третья проблема – изменение потребительского поведения. В период кризиса покупатели становятся более чувствительными к цене, отдают предпочтение товарам первой необходимости и экономят на импульсных покупках. Предприятиям необходимо оперативно адаптировать ассортиментную политику, пересмотреть ценовое позиционирование и усилить коммуникацию вокруг ценности продукта, а не его престижности.

Кроме того, многие компании сталкиваются с внутренним сопротивлением изменениям. Разработка антикризисной маркетинговой стратегии требует вовлечения всех подразделений – от производства до службы доставки. Отсутствие гибкости в корпоративной культуре и недостаточная компетенция сотрудников в вопросах антикризисного управления замедляют внедрение необходимых мер.

Таким образом, успешная маркетинговая стратегия в кризис должна базироваться на принципах адаптивности, клиентоцентричности и ресурсной эффективности. Рекомендуется применять итеративный подход: постоянный мониторинг среды, быстрые гипотезы, тестирование каналов и корректировка на основе обратной связи. Особое внимание следует уделять удержанию лояльной аудитории и использованию цифровых инструментов с измеримым ROI.

1. Котлер Ф., Картаджайя Х., Сетиаван И. Маркетинг 4.0. Разворот от традиционного к цифровому. – М.: Бомбора, 2019. – 224 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОСНОВНЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

И.А. Турки
Научный руководитель – Ларионова О.А., канд. экон. наук, доцент

Сегодня нельзя игнорировать актуальность совершенствования базовых бизнес-процессов на предприятиях с использованием современных систем управления проектами. На высококонкурентном и быстро меняющемся рынке компаниям необходимо постоянно повышать свою эффективность, поскольку традиционные методы управления не справляются с современными вызовами.

Системы управления проектами - это не только календари, но и важные инструменты и методологии. У нас есть гибкие методологии, такие как Agile, Scrum, и мы используем цифровые платформы, такие как MS Project и Jira. Эти системы позволяют визуализировать задачи, распределять обязанности и отслеживать прогресс в режиме реального времени. За этим следует циклический процесс совершенствования, который начинается с анализа, а затем с моделирования.После этого начинается внедрение, на котором мы запускаем систему, собираем данные и вносим коррективы для этапа мониторинга.

Как и должно быть, эта теория подтверждается практикой. Например, внедрение Kanban-плат на производстве сокращает время простоя оборудования на 15-20%. Использование Jira в ИТ-отделах повышает прозрачность разработки и ускоряет выпуск новых функций. Основными результатами являются снижение затрат, сокращение сроков выполнения заказов и повышение качества продукции.

Эти современные инструменты - не просто программное обеспечение, а философия работы. Они делают бизнес более гибким, и для успешного внедрения важно изменить культуру компании.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

А.С. Куксов
Научный руководитель – Голев В.И., канд. экон. наук, доцент

В современных условиях машиностроение требует повышения эффективности производства и качества продукции. Одним из ключевых направлений модернизации является внедрение промышленных роботов. Роботы позволяют автоматизировать процессы сварки, сборки и контроля качества, что существенно снижает влияние человеческого фактора и повышает стабильность производственных результатов.

Мировая практика демонстрирует устойчивый рост роботизации. По данным Международной федерации робототехники, в мире эксплуатируется более 4,2 млн промышленных роботов, а ежегодно внедряется свыше 500 тыс. новых установок. Средняя плотность роботизации составляет около 162 роботов на 10 тыс. работников, при этом в Южной Корее данный показатель превышает 1000 единиц, а в Германии и Японии — 400–600. Это свидетельствует о высокой степени автоматизации ведущих экономик мира.

В России уровень роботизации остаётся значительно ниже и составляет около 30–40 роботов на 10 тыс. работников, что свидетельствует о значительном потенциале развития отрасли. Отставание объясняется как экономическими, так и технологическими причинами. Основными проблемами внедрения являются высокая стоимость проектов, импортозависимость компонентов и дефицит квалифицированных кадров.

Дополнительными барьерами выступают недостаточный уровень цифровой инфраструктуры предприятий, слабая интеграция информационных систем, а также низкая готовность бизнеса к внедрению сложных автоматизированных решений. В ряде случаев предприятия не обладают необходимыми инвестиционными ресурсами для реализации подобных проектов.

Вместе с тем развитие технологий искусственного интеллекта, промышленного интернета вещей и цифровых двойников открывает новые возможности для повышения эффективности роботизированных комплексов. Их внедрение позволяет не только автоматизировать процессы, но и оптимизировать управление производством в реальном времени.

Для ускорения модернизации необходимы государственная поддержка, развитие отечественного производства, стимулирование инвестиций и системная подготовка квалифицированных специалистов. Важную роль играет взаимодействие науки и промышленности, позволяющее внедрять инновационные решения в реальные производственные процессы и повышать уровень технологической независимости.

Таким образом, роботизация является ключевым фактором модернизации машиностроения, обеспечивающим рост производительности труда, повышение качества продукции и укрепление конкурентоспособности экономики в долгосрочной перспективе.

СЕКЦИЯ «ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ»

DEVELOPMENT OF A VOLTAGE STABILIZER IN A HYBRID MICROELECTRONICS DESIGN

N.A. Andreev
Scientific supervisor - Konkova D.P., Senior Lecturer

The report examines the development of a voltage stabilizer in a hybrid microelectronic design. A voltage stabilizer is a device designed to maintain a constant output voltage level regardless of changes in input voltage or load. The main function of the stabilizer is to ensure the stability of electrical power, which prevents damage to sensitive electronic components and improves the overall reliability of the system. To achieve this effect, stabilizers use various regulation methods, such as linear, pulse, or combined circuits. The voltage stabilization process is carried out through the use of feedback, which controls changes in input voltage and corrects it to a specified value at the output. In some cases, stabilizers may also contain filtering and protection elements that provide additional protection against overvoltages, short circuits, and other external influences.

The design process begins with the calculation of thin-film resistors. Designing the construction of thin-film resistors starts with calculating the power dissipated on each resistor. Further, it is necessary to determine the optimal value of the specific surface resistance of the resistive film. A resistive film material is selected with a specific resistance closest in value to the calculated one. The correctness of the selected material is checked in terms of the accuracy of manufacturing resistors. The total relative error of manufacturing a film transistor consists of the sum of errors: shape factor error, error in reproducing the specific surface resistance, temperature error, error due to film aging, and error of contact transition resistances. The error in reproducing the specific surface resistance depends on sputtering conditions and does not exceed 5% in mass production. Temperature error depends on the temperature coefficient of resistance of the film material. The error due to film aging is caused by a slow change in the film structure over time and its oxidation, usually not exceeding 3% for hybrid integrated microcircuits (HIMS).

The design also includes the development of a thin-film capacitor. The film capacitor consists of a three-layer structure applied to a dielectric base. The first layer is a conductive material serving as the bottom plate, the second layer forms a single-layer or multi-layer dielectric, and the third layer is a conductive material serving as the top plate. The dielectric material is selected based on the operating voltage. The minimum dielectric thickness is determined considering the electrical strength safety factor. The specific capacitance of the capacitor is calculated, and the relative temperature error is determined from the temperature coefficient of capacitance of the dielectric material. The permissible relative error of the active area of the capacitor is determined considering the reproducibility of specific capacitance and aging errors. The accuracy of manufacturing linear dimensions is selected considering the formation method; in this case, photolithography is used. The dimensions of the top and bottom plates and the dielectric are calculated considering overlap tolerances and edge effects.

The final step is the creation of a topological drawing, which is a document defining the location, shape, and size of elements on the substrate. The main goal of this document is to plan the most effective placement of components to minimize conductor

intersections and ensure the production of a microcircuit with the required technical and electrical characteristics. To form the connection scheme, film and discrete components are highlighted on the main electrical diagram, and the order of their placement is established. The area of all components and elements is calculated with a coefficient K = 2 ÷ 3. Based on this area, a substrate of a standard size is selected, and a topology drawing is performed. The housing is selected based on the nearest suitable size of its mounting platform.

The results of the work demonstrate the possibility of creating a voltage stabilizer in a microelectronic design with high indicators of accuracy and stability. The developed design can be used in various electronic systems requiring stable power, which increases the reliability and durability of electronic devices. A voltage stabilizer in a hybrid microelectronics design has a number of significant advantages, such as compactness, high accuracy, low noise level, and high reliability. However, it also has a number of limitations related to power, design complexity, and sensitivity to technological errors. These disadvantages can be partially compensated by optimizing technological processes and using new materials, which makes HIMS-stabilizers promising for use in modern electronic systems, especially where miniaturization and stability of operation are important. Further research may be aimed at optimizing the topology to reduce the area occupied by the substrate, as well as studying the possibility of using new materials with improved temperature and time characteristics.

ERP SYSTEMS FOR SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES: PERFORMANCE ANALYSIS AND PRACTICAL LIMITATIONS

A.S. Bogomolov
Scientific supervisor – Konkova D.P., Senior Lecturer

In the context of digitalization and increasing competition, companies are increasingly using information technologies to improve management efficiency. One such tool is ERP systems (Enterprise Re-source Planning), which make it possible to integrate the main business processes of an enterprise into a single information environment [1]. While such solutions were previously used mainly by large corporations, they are now becoming increasingly popular among small and medium-sized enterprises (SMEs) [2].

An ERP system is a set of software modules designed to automate the key processes of a company. It integrates financial accounting, inventory and procurement management, customer relations, human resources management, and production planning. As a result, different departments within the company use a shared database, which ensures that information remains up-to-date and simplifies interaction between departments.

Modern ERP solutions can be implemented in two main ways. On-premises systems are installed on a company's own servers and provide greater opportunities for customisation; however, they require significant investment in infrastructure and maintenance. Cloud-based solutions operate via the internet using the SaaS model and do not require complex installation, making them more accessible for small and medium-sized businesses [3].

For SMEs, the implementation of ERP systems can become an important tool for optimizing management. Such systems help automate accounting processes, monitor cash

flows, manage procurement and warehouse inventories, analyze sales, and interact with customers. Inte-grating these processes within a single system increases business transparency, reduces the number of manual operations, and lowers the likelihood of errors.

There are many ERP solutions on the market aimed at companies of different sizes. Among the popular systems are 1C: ERP, widely used in the Russian-speaking business environment, and Odoo, which is known for its flexibility and open-source architecture. Some platforms, such as Bitrix24, provide extended capabilities for project management, task coordination, and customer relationship management. More comprehensive solutions, such as SAP Business One and Microsoft Dynamics 365, are typically used by companies undergoing active growth [4].

Despite their advantages, the implementation of ERP systems is associated with a number of challenges. The main limitation for SMEs is often the high cost of implementation and maintenance. In addition, companies may face a shortage of qualified IT specialists and resistance from employees who need to change their usual working methods. Another difficulty may be the need to adapt the system to the specific business processes of the enterprise.

To ensure successful ERP implementation, companies should analyze their business processes in advance and identify the tasks the system is expected to solve. Choosing the right software solution that corresponds to the scale and budget of the enterprise is equally important. Staff training and the availability of technical support also play a significant role, as they help accelerate the process of adapting to the new system [5].

Thus, ERP systems are becoming an important tool for improving management efficiency in small and medium-sized businesses. Despite the existing challenges of implementation, their use contributes to better control over resources, cost reduction, and increased competitiveness of enterprises.

References

1. Davenport T. H. Putting the Enterprise into the Enterprise System // Harvard Business Review. — 1998. — Vol. 76, № 4. — P. 121–131.

2. Monk E., Wagner B. Concepts in Enterprise Resource Planning. — 4th ed. — Boston : Cengage Learning, 2013. — 254 p.

3. Bradford M. Modern ERP: Select, Implement, and Use Today's Advanced Business Systems. — 4th ed. — North Carolina : Lulu Press, 2020. — 336 p.

4. O'Leary D. E. Enterprise Resource Planning Systems: Systems, Life Cycle, Electronic Commerce, and Risk. — Cambridge : Cambridge University Press, 2000. — 232 p.

5 Klaus H., Rosemann M., Gable G. G. What is ERP? // Information Systems Frontiers. — 2000. — Vol. 2, № 2. — P. 141–162.

DEVELOPMENT OF INTELLIGENT SERVICES FOR AN INFORMATION SYSTEM WITH A MICROSERVICE ARCHITECTURE

M.E. Garmash
Scientific Advisor - D.P. Konkova, Senior Lecturer

This paper examines an approach to developing intelligent services focused on data analysis and knowledge-based decision-making [1-3]. The implementation example is an information system for a streaming music platform, including microservices for managing users, subscriptions, a content catalog, playback, and user preferences [4].

The choice of this subject area is due to the relevance of the tasks of personalization, analysis of user behavior and adaptive content generation, characteristic of modern music streaming services [5].

General problem statement. The core system of the streaming platform is built on a microservices architecture and includes the following services:

- User Service – user management and authentication;
- Subscription Service – subscription management;
- Catalog Service – music content catalog;
- Playback Service – playback of tracks;
- User Preferences Service – storing user preferences.

Despite the presence of a functional architecture, the system lacks intelligent user activity analysis tools, which limits personalization capabilities and reduces adaptability to changing listener interests.

The aim of this study is to develop intelligent microservices that perform analysis and forecasting based on statistical data. The paper examines two such components:

- Analytical Insights Service – a service for analyzing user activity and predicting behavior;
- Smart Playlist Generator – a service for automatically generating personalized playlists.

Description of the methods and models used. The Analytical Insights Service is designed to analyze listening data and identify patterns in user behavior.

The main functions are collecting statistics from the Playback Service; calculating listening frequency by genre, artist, and time of day; building predictive models based on time series; identifying user activity peaks.

The applied methods include correlation analysis; time series approximation; linear trend forecasting.

The analytics results are used by other services to optimize recommendations, improve the user interface, and increase audience retention.

The Smart Playlist Generator service is designed to create playlists based on statistical user preferences.

The main functions are listening history and preference analysis; track classification by characteristics (genre, tempo, popularity); creation of personalized playlists.

The methods used include frequency analysis; simplified clustering based on content attributes; and probabilistic ranking of tracks.

This approach allows for increased personalization of recommendations, reduced randomness in content selection, and increased user engagement.

Conclusion. The proposed solutions demonstrate the potential for implementing intelligent functions using statistical analysis and predictive models [6, 7].

The implementation of the Analytical Insights Service and Smart Playlist Generator allows for increased content personalization, analysis and prediction of user activity, and improved user experience and system efficiency.

The results of the study can be applied in the creation of other information systems that require intelligent data processing and adaptation to the individual behavior of users [8].

References

1. Sam Newman Building Microservices 2nd Edition : Designing Fine-Grained Systems // O'Reilly Media. 2021.

2. Chris Richardson. Microservices Patterns : With examples in Java // Manning Publications. 2018.

3. Sermyagin K.A., Pylkin A.N. Building an effective architecture for high-load and scalable services on fastapi : principles and best practices // Bulletin of RSREU. 2025. №. 92. P. 49-56.

4. Vostrykh A.V. Simulation and analytical model for assessing the effectiveness of visual aesthetics of graphical user interfaces // Bulletin of RSREU. 2024. №. 89. P. 65-76.

5. Alistair Croll . Music Science: What we know (and what we don't) about music, analytics and algorithms // O'Reilly Media. 2018.

6. Eric Siegel. Predictive Analytics: The Power to Predict Who Will Click, Buy, Lie, or Die // Wiley. 2016.

7. Peter Flach . Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data // Cambridge University Press. 2012.

8. Gulyaeva K.A., Artemyeva I.L. Tools for designing systems of concepts and knowledge bases of subject areas with objects of complex structure // Bulletin of RSREU. 2024. №. 87. P. 62-77.

INFORMATION SYSTEM FOR THE IDENTIFICATION OF VEHICLE OWNERS

K.V. Grafkina

Scientific supervisor - Konkova D. P., Senior Lecturer

Parking automation remains a relevant task for both private and urban areas. With the growing number of vehicles, the demand for modern solutions that simplify access control, reduce staff workload, and improve convenience for drivers is increasing. Even in free parking areas, it is important to record the time when vehicles enter and leave the parking facility.

Systems based on license plate recognition make it possible to fully automate the vehicle entry process and, if necessary, use the collected data to calculate parking fees. Such solutions can be easily integrated into existing infrastructure and do not require significant financial investments, which makes them attractive even for small facilities.

The developed system is designed to automate access to a parking area. A user registers in the system and adds information about their vehicle, after which the license plate number is stored in the database. When a vehicle approaches the parking area, a camera captures the license plate, and the system compares it with the records stored in the database. If a match is found, access is granted automatically.

A key feature of the proposed solution is its focus on minimal cost and the use of open technologies, which makes the system more accessible compared to many commercial alternatives.

Additionally, the system includes a mechanism for transmitting images from the camera to a web service. A video stream or individual frames are sent to the server and stored in the system event log. Through a web interface, an administrator can monitor the entrance area in real time, review the history of vehicle entries, and analyze recognized license plates. This functionality is particularly useful for corporate and industrial facilities where it is necessary to record vehicle access events and verify whether a vehicle is registered in the organization's database. As a result, the system not only automates access control but also provides monitoring and event logging capabilities.

License plate recognition is implemented using a convolutional neural network trained on a dataset of vehicle license plate images. The Keras, TensorFlow, and OpenCV libraries are used for data processing. During the preprocessing stage, the image is cropped, converted to grayscale, and its contrast is enhanced to highlight the characters. As a result, the neural network generates a sequence of recognized characters, which is then compared with the records stored in the database.

The neural network was trained on a dataset consisting of images of vehicle license plates collected from open sources and publicly available datasets. The training set included images with different lighting conditions, viewing angles, and background environments in order to improve the robustness of the recognition model. During the training process, the model learns to identify individual characters and their spatial arrangement on the license plate. Such an approach allows the system to maintain stable recognition accuracy even in real-world conditions, where images may contain noise, shadows, or partial occlusions.

The system is implemented using a classical three-tier architecture. The server side is developed in Java using Spring Boot, the Spring Framework, and Spring Data JPA, which provide the implementation of REST services, database interaction, and access security. MySQL is used to store information about users and vehicles, with the connection managed through the JPA ORM layer. Communication between system components is carried out using the JSON format and HTTP requests.

The client side is developed using the Vue.js 3 framework and the Bulma CSS library, which provide a responsive interface, a modular structure, and a modern visual design. This technology stack makes the system flexible, easy to maintain, and simple to integrate into the infrastructure of parking facilities.

The system includes a role-based access mechanism: users can log in with different roles such as administrator, security guard, or vehicle owner. This allows the system to differentiate user permissions and ensures secure interaction with the data.

The developed system can be used to automate access to private, residential, corporate, and public parking areas. It provides fast and convenient entry without the need for physical cards or passes. Due to its simplicity and use of open technologies, the solution can be adapted to various types of facilities and different scales of implementation.

The presented system demonstrates the possibility of creating an effective and cost-efficient tool for parking access automation. The use of neural network-based license plate recognition combined with a web interface for vehicle owner registration ensures reliable identification and simplifies access management.

OPTIMIZATION OF THE LENGTH OF CONNECTIONS BETWEEN MODULES OF THE ELECTRONIC CONTROL SYSTEM USING AN ARTIFICAL NEURAL NETWORK

V.V. Groshev
Scientific supervisor – D. P. Konkova, Senior Lecturer

This paper presents an approach to optimizing the length of connections between modules in electronic computing systems (ECS) using an artificial neural network (ANN). Minimizing connection lengths is key in ECS design, as it impacts the performance, electromagnetic compatibility, and reliability of the device. A methodology for using ANNs to predict the optimal placement of modules on a printed circuit board (PCB), taking into account topological constraints and mounting density, is proposed. The principles of model construction, training set generation, and optimization criteria aimed at achieving a compact and efficient component layout are discussed.

General statement of the problem

When designing an electronic electronic system, one of the key challenges is the rational placement of modules to ensure minimal signal loss and a compact topology. Increasing the length of connections leads to increased parasitic capacitance and inductance, which degrades the device's performance and reduces its reliability.

Traditional CAD optimization algorithms use heuristic methods, which don't always achieve a global minimum in connection length. Using artificial neural networks makes it possible to predict the interconnected arrangement of modules, taking into account the circuit structure and connection characteristics.

The aim of the work is to develop a concept of a neural network method for optimizing the length of connections between modules of an electronic control system, which:

1. Analyzes the relationships between circuit elements and topological constraints.
2. Predicts module coordinates that minimize the total length of interconnections.
3. Takes into account the installation density and permissible distances between components.

Description of the methods and models used

To implement the proposed approach, it is proposed to use the following technologies and methods:

A graph neural network (GNN), which analyzes the connections between circuit elements, is considered as the basic model of an artificial neural network. Each module is represented by a graph vertex, and the connections are represented by edges with weights corresponding to electrical parameters. The neural network is trained to predict the optimal arrangement of vertices that minimizes the total length of the connections.

2. Forming a training set. To train the model, a dataset containing circuit topologies with known module coordinates and connection lengths is created. This data can be generated based on standard layouts or extracted from existing designs.

3. After training, the neural network determines which modules should be moved to reduce the overall length of connections. The system sequentially adjusts the arrangement of elements until a more compact and convenient layout is achieved.

4. The model's performance is assessed by reducing the total length of connections and the number of intersections between them. A comparison with conventional placement methods shows that using a neural network produces a more optimal layout.

Conclusion

Optimizing the length of connections between electronic circuit modules plays a key role in improving the reliability and efficiency of electronic devices. Using an artificial neural network allows for more efficient component placement, shorter connections, and improved circuit performance. The proposed approach can serve as the basis for developing an intelligent optimization subsystem, which can subsequently be implemented as part of a comprehensive CAD system for electronic circuit design.

REVIEW AND DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

A.V. Isaykin
Scientific supervisor - Konkova D.P., Senior Lecturer

The article examines artificial neural networks (ANNs), their structure, principles of operation, and areas of application. Special attention is paid to the historical development of neural network technologies, modern architectures, and the challenges associated with their implementation in various fields of science and technology.

Artificial neural networks are one of the key technologies of modern artificial intelligence. They are widely used for solving complex analytical problems, including pattern recognition, natural language processing, forecasting, and data analysis. The ability of neural networks to learn from large datasets and identify hidden relationships makes them an important tool for modern information systems and decision-support technologies.

The concept of artificial neural networks originated from attempts to model the functioning of biological neural systems. One of the earliest studies in this field was conducted by Warren McCulloch and Walter Pitts in 1943, when they proposed a mathematical model of an artificial neuron. Later, in 1958, Frank Rosenblatt introduced the perceptron, a simple neural network capable of learning through feedback mechanisms. Although early neural network models had significant limitations, they laid the foundation for further development of machine learning technologies.

Interest in neural networks significantly increased in the 1980s with the development of the backpropagation algorithm, which allowed efficient training of multilayer neural networks. With the rapid growth of computing power in the 21st century, particularly due to the use of graphics processing units (GPUs), neural networks became capable of processing massive datasets and solving complex tasks. This led to the emergence of deep learning, which is now widely used in computer vision, speech recognition, and natural language processing systems.

Artificial neural networks consist of interconnected computational elements called neurons. Each neuron receives input signals, processes them using weighted connections, and produces an output signal. The weights determine the importance of each input signal, while activation functions introduce nonlinearity into the model. This nonlinearity allows neural networks to learn complex dependencies between input data and output results.

The operation of neural networks typically includes two main stages: forward propagation and error backpropagation. During forward propagation, input data pass through several layers of neurons where weighted sums and activation functions are applied. The result obtained at the output layer represents the network's prediction.

During the training process, the difference between the predicted result and the expected value is calculated. This difference is then propagated backward through the network in order to adjust the weights and minimize the overall prediction error.

Different types of neural network architectures are used depending on the tasks being solved. One of the simplest models is the single-layer perceptron, which can be used for simple classification tasks. However, more complex problems require the use of multilayer neural networks that include hidden layers capable of learning complex patterns in data.

Recurrent neural networks are designed to process sequential data such as text, speech, or time series. These networks use feedback connections that allow information from previous steps to influence future outputs. Another widely used architecture is the convolutional neural network, which is specifically designed for image processing tasks. Convolutional networks automatically extract important visual features from images, making them highly effective for tasks such as object detection and image classification.

In recent years, transformer-based neural network architectures have gained significant popularity. These models use attention mechanisms that allow them to focus on the most important parts of input data.

Transformers have significantly improved the performance of natural language processing systems and are now widely used in applications such as machine translation, text generation, and conversational artificial intelligence.

Artificial neural networks are applied in many areas of modern technology. In computer vision they are used for facial recognition, object detection, and video analysis. In natural language processing neural networks enable automatic translation, text classification, and sentiment analysis. In medicine they are applied for analyzing medical images, predicting diseases, and supporting clinical decision-making. Financial institutions use neural networks for market forecasting, fraud detection, and risk assessment.

Despite the rapid progress in neural network technologies, several challenges remain. One of the main problems is the lack of interpretability of complex models. Many neural networks operate as "black box" systems, making it difficult to explain their decisions. This limitation is particularly important in critical areas such as healthcare and finance. Another challenge is the need for large volumes of labeled training data, which can be difficult and expensive to obtain.

Modern research in this field focuses on improving the efficiency, transparency, and robustness of neural network models. Researchers are actively developing new approaches such as reinforcement learning, self-supervised learning, and explainable artificial intelligence. These directions aim to increase the reliability of neural networks and expand the range of their practical applications.

In conclusion, artificial neural networks represent one of the most rapidly developing areas of artificial intelligence. Their ability to analyze large volumes of information and identify complex patterns makes them an essential component of modern digital technologies. Further research and technological advancements will continue to expand the capabilities of neural networks and increase their impact on science, industry, and everyday life.

FEATURES OF THE APPLICATION OF THE GENETIC ALGORITHM IN SOFTWARE-DEFINED NETWORKS

A.I. Koverdyaev
Scientific supervisor - Konkova D.P., Senior Lecturer

The report examines the features of using a genetic algorithm in software-defined networks. Software-Defined Networks (SDN) represent a modern approach to building next-generation communication networks. SDNs provide flexible data flow management through the separation of the control plane and the data plane. The main concept of SDN lies in simplifying network data transmission elements through logical centralization of management, control, and support of network flows using specialized software, which enables a transition from managing individual network elements to managing the network platform as a whole.

The genetic algorithm is an optimization method based on the principles of natural selection and genetics. It is used to find approximate solutions to complex optimization and search problems. The characteristic features of the genetic algorithm include efficiency at a high level of problem complexity, when the search space may contain multiple local extrema, the possibility of use for a wide range of tasks, the tendency of the solution toward the global extremum when optimal parameters are set, as well as the ability to provide multiple solutions through the use of the concept of "population" in the algorithm's operation.

The main areas of application of genetic algorithms in software-defined networks include optimization of routing and traffic management, resource distribution and load balancing, bandwidth management and quality of service (QoS), as well as ensuring scalability in large networks with complex topology. Genetic algorithms can be used to optimize routes in the network to reduce delays, increase bandwidth and reliability, finding optimal routes for traffic and adapting to changes in the network.

During the study, a comparative analysis of the application of the genetic algorithm for solving the problem of multipath routing in SDN was conducted. The quality of the algorithm's performance was evaluated relative to the well-known Yen's algorithm. Experimental results showed that the modified genetic algorithm surpasses the classical Yen's algorithm in finding optimal routes. With various algorithm parameters, such as the number of iterations, mutation probability, and number of routes, the genetic algorithm demonstrated high stability and efficiency. Simultaneously with finding a set of the shortest routes, the genetic algorithm allows obtaining an optimal load balancing value.

One of the main problems of using genetic algorithms is the calculation of algorithm parameters. Incorrect selection of parameters can significantly distance the obtained solution from the optimal one. The main parameters are mutation probability, number of generations, and number of routes. In addition, the heuristic nature of the algorithm should be taken into account, which means no guarantee of finding an optimal solution in each specific case.

The main advantage of genetic algorithms in relation to software-defined networks is the ability to configure them for solving specific tasks. Using specialized software tools, it is possible to dynamically adjust the algorithm parameters to obtain the best result. The advantages of using genetic algorithms also include invariance to network topology, which allows their application in networks of various structures without significant modification of the algorithm.

Thus, the genetic algorithm is an effective tool for optimizing routing and load balancing in software-defined networks. With proper parameter selection, it shows better results compared to classical algorithms. A promising direction for further research is the development of methods for automating the selection of genetic algorithm parameters to improve the efficiency of its application in SDN.

COMPARATIVE ANALYSIS OF GENETIC AND MEMETIC ALGORITHMS

A. M. Kostyaeva
Scientific supervisor - Konkova D.P., Senior Lecturer

The report examines the comparative analysis of genetic and memetic algorithms for solving the problem of placing modules of electronic computing equipment.

Element placement is a process during which the coordinates for placing elements on a printed circuit board of an electronic device are determined. When placing elements, it is necessary to consider technological requirements, design features, minimization of the total interconnection length, thermal conditions of microcircuits, and power integrity.

Among many approaches to solving this complex multi-criteria problem, evolutionary algorithms demonstrate high efficiency due to their ability to explore a wide solution space and overcome local optima.

Evolutionary algorithms are optimization methods based on the principles of natural selection and evolutionary processes. They model the process of population evolution, where solutions undergo mutations, crossover, and selection to find the best solution to a problem.

The characteristic feature of evolutionary algorithms is their ability to explore large solution search spaces, which ensures their effectiveness in finding global optima. However, this is achieved at the cost of increased computational expenses and solution time. The advantages of these algorithms include: a wide scope of application, suitability for searching in complex, high-dimensional solution spaces, and no restrictions on the type of objective function. The main disadvantages are the heuristic nature of the computations, which does not guarantee finding the optimal solution, as well as significant computational complexity.

The most widespread methods in this class of algorithms are the following.

The Genetic Algorithm is based on the principles of genetic changes, where offspring chromosomes are formed based on parent chromosomes while preserving unique characteristics, allowing the discovery of solutions with improved objective function values. The algorithm operates on a population of solutions, where each individual represents a variant of element placement on the board. Solutions are encoded in the form of chromosomes. At each iteration, the quality of individuals is assessed using an objective function that considers the total weighted interconnection length, thermal field distribution, and other parameters. The fittest individuals are selected for reproduction. The basic operators of the algorithm are crossover and mutation. Crossover generates new offspring by recombining fragments of parent chromosomes, ensuring the inheritance of successful characteristics. Mutation introduces random modifications into chromosomes, maintaining population diversity and exploring new areas of the search space. The advantages of the genetic algorithm include its ability for global optimization in multi-

extremal problems, robustness to noise in the objective function, and versatility due to its independence from the internal structure of the problem. The main disadvantage is the high computational complexity and relatively slow convergence speed, caused by the lack of targeted local improvement of solutions.

The Memetic Algorithm for placing elements on a board integrates evolutionary methods with local optimization mechanisms. The algorithm combines genetic operators (crossover, mutation) with local search procedures and individual learning. The fundamental difference lies in the hybrid approach, combining global evolutionary search with local heuristic optimization. Unlike the genetic algorithm, where improvement search is carried out primarily by stochastic methods, the memetic algorithm implements targeted refinement of each individual in the population. After executing genetic operators, each individual undergoes a local optimization procedure. In the context of element placement, this could be a sequence of pairwise component swaps aimed at minimizing interconnection length for a specific placement configuration. This process of local improvement represents a "meme" – a unit of cultural transmission of adaptive characteristics. Thus, the memetic algorithm not only selects the fittest individuals but also ensures their local optimization before inclusion in the subsequent population. The key advantages of the memetic algorithm are increased convergence speed and improved quality of final solutions compared to the classical genetic algorithm. Local search provides intensive exploration of promising areas of the solution space, reducing computational costs. The main disadvantages are the increased implementation complexity, due to the need to integrate and balance two different optimization methods, and the risk of premature convergence if the local search strategy is chosen incorrectly.

ANALITICS OF CUSTOMER BEHAVIOR IN TOURIZM BASED ON BIG DATA

A.S. Popova
Scientific supervisor - Konkova D.P., Senior Lecturer

The article explores the role of Big Data technologies in analyzing and forecasting customer behavior within the tourism industry. The focus is placed on how large-scale data analytics contributes to improving operational efficiency and managerial decision-making in tourism enterprises.

Digitalization has radically transformed the tourism market. Booking platforms, mobile applications, online payment systems, and social media interactions continuously generate massive volumes of heterogeneous data. These data streams include transactional records, browsing history, location tracking information, and customer feedback. Processing such datasets using traditional analytical tools is no longer sufficient; therefore, Big Data technologies are increasingly applied to extract patterns and behavioral insights [2].

The analytical value of Big Data in tourism lies in its ability to combine diverse data sources into a unified analytical environment. By integrating booking data, financial transactions, and online activity, tourism companies can construct dynamic behavioral models. These models reflect customer preferences, seasonal demand shifts, responsiveness to pricing changes, and the likelihood of repeat purchases. Instead of relying on historical averages, enterprises can base their decisions on real-time and predictive analytics.

A typical Big Data-based analytics framework in tourism includes several interconnected components. Data is first collected from multiple digital channels and processed through ETL procedures. After cleaning and transformation, the information is stored in scalable repositories such as data warehouses or data lakes. Analytical modules built on machine learning algorithms then perform segmentation, clustering, and demand forecasting. The results are delivered to decision-support systems that assist managers in pricing strategies, marketing campaigns, and resource allocation.

Behavioral analytics significantly enhances marketing effectiveness. By identifying micro-segments of customers with similar preferences, companies can tailor promotional offers to specific target groups. Instead of broad advertising campaigns, businesses apply data-driven personalization mechanisms that increase customer engagement and purchasing probability. Such transformation of marketing strategy from mass communication to targeted interaction has become one of the key outcomes of Big Data implementation in tourism [3].

Another important area is dynamic pricing. Analytical systems continuously evaluate demand fluctuations by combining internal booking statistics with external indicators such as seasonality, economic conditions, and competitor pricing. Based on predictive models, prices can be adjusted to balance occupancy levels and profitability. This approach supports revenue management strategies and improves financial performance indicators [1].

Customer behavior analytics also influences operational planning. Accurate forecasting reduces uncertainty in capacity management for hotels and transportation services. Key performance metrics used to evaluate analytics efficiency include forecasting accuracy (for example, MAPE), revenue indicators such as RevPAR, conversion rates of marketing campaigns, and overall load factors. Improvements in these indicators demonstrate the measurable impact of analytics-based decision-making.

At the same time, the expansion of data-driven systems raises issues related to privacy protection and secure data processing. Large-scale behavioral datasets contain sensitive personal information. Therefore, encryption mechanisms, anonymization techniques, controlled access policies, and monitoring tools must be incorporated into system architectures. International research highlights that while Big Data opens new opportunities for tourism development, its implementation requires careful management of ethical and regulatory risks [4].

In summary, analytics of customer behavior based on Big Data technologies represents a fundamental instrument for modern tourism enterprises. The integration of predictive models into operational workflows allows organizations to enhance forecasting precision, refine pricing mechanisms, improve marketing targeting, and optimize resource utilization. As digital ecosystems continue to evolve, data-driven analytics will increasingly determine the competitiveness and sustainability of tourism businesses.

References

1. Vostrova E.I. Big data as a tool for transformation in the tourism industry // Limited Liability Company "KnoRus Publishing House". Moscow, 2022. pp. 157-164.

2. Migalevich S.A., Markov A.N., Streltsov A.D. Big data processing in the tourism industry // BIG DATA and high-level analysis: collection of art. X International Scientific and Practical Conference. Minsk, 2024. pp. 480-484.

3. Serdyukov S.D. Application of Big Data technology in the tourism industry: a critical analysis // Theoretical and applied aspects of the development of the sphere of recreation and tourism. 2022. No. 2 (14). pp. 30-36.
4. Anca Yallop, Hugues Seraphin. Big data and analytics in tourism and hospitality: opportunities and risks // JOUR-NAL OF TOURISM FU-TURES. 2020. C. 6

SOFTWARE IMPLEMENTATION AND RESEARCH OF SWARM ALGORITHMS FOR SOLVING THE PROBLEM OF ELEMENT PLACEMENT

D.M. Svetikov
Scientific supervisor – D.P. Konkova, Senior Lecturer

Element placement is one of the central optimization problems in computer-aided design, electronic engineering, and spatial arrangement systems. In its general form, the problem consists in assigning a set of objects to admissible positions while minimizing an objective function that may include total connection length, overlap penalties, routing complexity, thermal constraints, energy consumption, or other technological criteria. Since the placement problem belongs to the class of NP-hard combinatorial problems, exact methods rapidly become computationally expensive as the dimension of the search space grows. For this reason, practical software systems increasingly rely on metaheuristics capable of producing high-quality solutions within acceptable time limits [1, 2].

The purpose of this study is the software implementation and comparative analysis of swarm-based optimization algorithms for solving the element placement problem. The paper focuses on three widely used representatives of swarm intelligence: Particle Swarm Optimization (PSO), Ant Colony Optimization (ACO), and Artificial Bee Colony (ABC). These approaches were selected because they combine algorithmic simplicity, adaptability to different objective functions, and natural support for parallel computations, which is especially important for modern high-dimensional optimization tasks [2, 4].

At the software level, the implementation of swarm algorithms for placement requires a transition from continuous search models to discrete solution spaces. A placement solution is represented as a permutation or structured assignment "element-position", and therefore standard update rules must be adapted using discrete neighborhood operators such as swap, insertion, shift, and segment reversal. An important part of the software design is the repair mechanism that restores solution feasibility after each iteration and ensures compliance with positional and geometric constraints. This makes the implementation not only an optimization problem, but also a problem of robust engineering of data structures, evaluation procedures, and local search operators. [1, 2].

In the PSO-based approach, each particle stores its current placement and updates it according to its own best state and the global best solution found by the swarm. In discrete form, velocity is interpreted not as a geometric vector, but as an ordered set of permutation transformations. This method is attractive due to its low iteration cost and fast convergence in the early stages of the search; however, its efficiency strongly depends on the quality of discretization and parameter tuning. Modern research trends show that adaptive inertia control, hybrid local improvement, and restart strategies significantly improve the stability of PSO on combinatorial landscapes [3, 4].

In the ACO-based approach, a solution is constructed step by step, and the choice of the next element-position assignment depends on pheromone intensity and heuristic desirability. For placement problems, this logic is especially natural because the final configuration emerges as a sequence of discrete decisions. ACO is well suited for problems with complex constraints and for situations where the algorithm should accumulate structural knowledge about high-quality partial layouts. Recent studies also highlight the importance of bounded pheromone updates, candidate lists, and parallel colony strategies, which improve convergence and reduce the risk of premature stagnation [2, 4].

The ABC algorithm models the behavior of employed bees, onlooker bees, and scout bees. In the placement problem, employed bees explore improvements around current layouts, onlookers redistribute search effort toward promising regions, and scouts help recover diversity when the population becomes trapped in poor local optima. Although the theoretical basis of ABC for discrete optimization is less developed than that of ACO, its practical value lies in its balance between intensification and diversification. In recent years, ABC variants have been increasingly combined with adaptive neighborhood selection and hybrid post-processing, which makes them more competitive for structured placement tasks [2, 4].

From the standpoint of contemporary trends, the relevance of swarm algorithms is reinforced by several factors. First, industrial placement problems are becoming multi-objective: in addition to minimizing distance, it is often necessary to account for congestion, manufacturability, timing, reliability, and energy-related indicators. Second, modern optimization systems increasingly employ hybrid architectures in which swarm intelligence is combined with local search, machine learning-based heuristics, or domain-specific evaluators. Third, the growth of multicore and GPU computing makes population-based methods particularly attractive, since their evaluation stage can be parallelized efficiently. As a result, swarm algorithms remain a practical research direction not only in VLSI and PCB design, but also in logistics, facility layout, robotic positioning, and other digital engineering applications [2, 3].

The comparative analysis shows that ACO is often the most structurally consistent method for discrete placement, because it directly constructs a combinatorial solution and preserves useful information about promising partial configurations. PSO usually demonstrates faster initial progress and lower per-iteration overhead, which makes it attractive for rapid approximate optimization. ABC, in turn, offers a flexible exploration mechanism and can be effective when supported by carefully designed mutation and repair operators. Therefore, the best practical results are typically achieved not by a pure canonical algorithm, but by a software implementation that combines swarm search with adaptive control, feasibility restoration, and problem-oriented local refinement [1-3].

In conclusion, swarm algorithms constitute a flexible and scalable toolkit for solving the element placement problem in modern engineering systems. Their value lies not only in the quality of the final solution, but also in the possibility of building extensible software modules that can be adapted to different constraints, objective functions, and computational platforms. The most promising direction for further research is the development of hybrid discrete swarm frameworks that integrate parallel execution, adaptive parameter control, and multi-criteria evaluation for large-scale placement instances [1-3].

References

1. Karpenko, A.P. Analysis and Synthesis of Population-Based Global Optimization Algorithms. Vols. 1–2. Moscow: Bauman Moscow State Technical University, 2024.
2. Jamali, H., et al. A Systematic Review of Bio-Inspired Metaheuristic Optimization Algorithms. Algorithms, 2025.
3. Yao, J., et al. Research on Hybrid Strategy Particle Swarm Optimization. Scientific Reports, 2024.
4. Khodashinsky, I.A. Methods for Improving the Efficiency of Swarm Optimization Algorithms. Automation and Remote Control, 2021.

VIDEO CAMERA DATA MONITORING SOFTWARE BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY

N. A. Sokolov
Scientific Supervisor - Konkova D.P., Senior Lecturer

This paper examines the development of access control system software utilizing artificial intelligence technologies. Primary attention is given to the integration of IP cameras for monitoring protected zones, as well as the application of neural networks for human detection and improvement of facial image quality. The intended outcome of this work is the creation of a system capable not only of recording violations but also providing users with high-quality facial images followed by notification.

Modern security technologies require the use of automated access control systems that can effectively respond to intrusions and record relevant information. The task involves developing software that fulfills the following requirements: enabling connection to IP cameras and defining protected areas with control points; ensuring face detection for individuals entering the protected zone using neural networks; recording the date and time of intrusion; sending notifications with photographs of violators to the owner of the protected territory; allowing improvement of facial image quality through super-resolution technologies (SRGan, MRRNet [1], HIME [2]); and ensuring the system is intuitive with a simple interface for configuration and management.

Several technologies and methods are proposed for implementing the stated objectives. For IP camera integration, the standard RTSP (Real-Time Streaming Protocol) will be utilized, enabling real-time video stream reception and ensuring continuous monitoring of the protected zone. For face detection, a fine-tuned YOLO [3] (You Only Look Once) model will be employed, providing high speed and accuracy in object detection. This model will be adapted for human detection, including nighttime conditions with IR illumination, allowing effective identification of individuals in protected areas even during night hours.

A time tracking and notification system will record the date and time when a person enters the protected zone. A database will be developed to store information about all incidents, while notifications will be sent through messengers or email using appropriate service APIs. For image quality enhancement, several methods may be utilized: SRGan (Super-Resolution Generative Adversarial Network) for restoring image details during resolution upscaling; MRRNet, a model focused on facial image improvement; and HIME (Headshot Image Super-Resolution with Multiple Exemplars), which employs multiple samples for image quality enhancement.

The development of access control system software utilizing artificial intelligence technologies represents a relevant and demanded task in the field of security assurance. The application of neural networks for human detection and super-resolution methods for improving facial image quality will significantly enhance the effectiveness of such systems. The expected outcome is a system capable not only of recording intrusions but also providing high-quality images, which is essential for ensuring security.

References

1. Huang W., Lan S., Wang W., Yuan X., Yang H., Li P., Ma W. Face super-resolution with spatial attention guided by multiscale receptive-field features // International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN 2022). — Springer, 2022. — pp. 145–157.

2. Xiang X., Morton J., Reda F. A., Young L. D., Perazzi F., Ranjan R., Kumar A., Colaco A., Allebach J. P. HIME: Efficient headshot image super-resolution with multiple exemplars // Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV). — 2023. — pp. 1694–1704.

3. Khanam R., Hussain M. YOLOv11: An Overview of the key architectural enhancements // Huddersfield University, UK. — 2024. — URL: https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.17725

DEVELOPING AN INTELLIGENT SYSTEM FOR AUTOMATIC MUSIC TRANSCRIPTION USING NEURAL NETWORKS

O.I. Shchevyev
Scientific supervisor – D.P. Konkova, Senior Lecturer

Automatic music transcription is the task of converting an audio recording into a symbolic representation of music, such as note events or MIDI data. The problem remains highly relevant because it lies at the intersection of machine learning, music information retrieval, digital education, and creative software. Reliable transcription systems are needed for score following, music analysis, educational feedback, rapid creation of editable MIDI tracks, and assistance in preserving musical heritage. At the same time, the task is still difficult because real recordings contain polyphony, overlapping harmonics, expressive timing, dynamics, reverberation, and pedal effects, all of which make note boundaries ambiguous [1].

In recent years, the quality of automatic transcription has improved significantly due to deep neural networks and the availability of aligned datasets. Earlier practical systems were mainly based on framewise or hybrid architectures that separately detected onsets, note activity, and offsets. These models achieved strong results for piano music and showed that onset-aware learning is especially important for dense polyphonic textures [2]. However, modern research increasingly treats transcription as a sequence generation problem. In such systems, the model predicts complete musical events, including pitch, onset, offset, and velocity, directly from a time-frequency representation of the signal. This formulation reduces the need for hand-crafted post-processing and provides a more natural way to model musical structure [3].

The system proposed in this work is based on a Transformer architecture. A spectrogram extracted from the input audio is used as the encoder input, while the

decoder generates a sequence of note events in symbolic form. This design is chosen because self-attention mechanisms can capture both local acoustic patterns and longer temporal dependencies, which is important for music with repeated motifs, sustained notes, and chord progressions. The proposed approach is also consistent with current trends in artificial intelligence. Modern AMT studies focus not only on transcription accuracy, but also on model efficiency, robustness to real-world recordings, and the possibility of extending one architecture to several instruments. For this reason, the developed system is designed as a flexible framework that can later incorporate instrument tokens, efficient attention mechanisms, and lightweight deployment strategies for near real-time applications [3, 4].

A separate methodological emphasis is placed on data representation and evaluation. For training and validation, contemporary AMT systems typically rely on aligned piano datasets in which audio recordings are synchronized with symbolic note annotations. Such corpora make it possible to evaluate not only whether the pitch was recognized correctly, but also whether the note onset, offset, and dynamic level were reconstructed with sufficient precision. Therefore, the developed system is oriented toward note-level transcription quality rather than simple framewise classification. This is important because a musically useful result must preserve the structure of a phrase, the duration of notes, and the expressive character of performance. In this sense, the system is intended to produce transcriptions that are convenient both for subsequent computational analysis and for practical interpretation by musicians, teachers, and students [1, 2].

Another relevant direction of research is the reduction of computational cost without a significant loss of accuracy. Transformer models are powerful, but they may become resource-intensive when processing long recordings. For that reason, the proposed solution is viewed not only as an accurate offline model, but also as a basis for future optimization. The architecture can be extended by efficient attention blocks, compact token vocabularies, and lightweight decoding strategies. Such improvements are especially important for interactive applications in which the user expects a response with minimal delay. Consequently, the project combines two goals: high-quality symbolic transcription and the creation of a neural framework that can later be adapted for practical software environments [3, 4].

An additional scientific task is to improve the robustness of transcription under realistic recording conditions. In practice, even high-quality piano recordings may include background noise, room coloration, microphone differences, or expressive performance deviations that are absent in laboratory settings. Because of this, the future development of the system should include regularization methods, data augmentation, and careful validation on recordings with different acoustic characteristics. This direction is important because the value of an intelligent transcription system is determined not only by benchmark scores, but also by the stability of its output in everyday use. A robust model can become the basis for wider adoption in educational software, digital archives, and interactive music services [1, 3].

The practical value of the study lies in creating a compact and scalable transcription pipeline oriented toward piano music as the primary domain. The expected result is an intelligent system capable of recognizing note pitch, start time, end time, and performance dynamics with higher consistency than traditional frame-based baselines. Such a system can be used in educational platforms, digital music archives, interactive analysis tools, and software for musicians and researchers. Thus, the work is relevant both scientifically and

practically: scientifically, because it develops modern neural approaches to structured audio understanding; practically, because it contributes to accessible tools for automatic conversion of sound into an analyzable and editable musical representation [1–4].

References

1. Benetos E., Dixon S., Duan Z., Ewert S. Automatic Music Transcription: An Overview // IEEE Signal Processing Magazine. 2019. Vol. 36, No. 1. P. 20–30.

2. Hawthorne C., Simon I., Swavely R., Engel J. Onsets and Frames: Dual-Objective Piano Transcription // Proceedings of ISMIR. 2018. P. 50–57.

3. Hawthorne C., Simon I., Swavely R., Manilow E., Engel J. Sequence-to-Sequence Piano Transcription with Transformers // Proceedings of ISMIR. 2021. P. 246–253.

4. Toyama K., Akama T., Ikemiya Y. et al. Automatic Piano Transcription with Hierarchical Frequency-Time Transformer // Proceedings of ISMIR. 2023. P. 215–222.

NAVIGATION AND ROUTE PLANNING SYSTEMS FOR GROUND-BASED MOBILE ROBOTS

D.V. Boldin
Scientific supervisor – S.S. Luksha, PhD, Associate Professor

The report examines the main aspects of the development of navigation and route planning systems for ground-based mobile robots. The problem area under consideration is characterized by high relevance and significant technical complexity, since it requires an integrated solution to tasks in mechanics, electronics, and algorithmic support. At present, robotics is being rapidly integrated into all spheres of human activity – from simple household devices such as robotic vacuum cleaners to sophisticated humanoid systems.

The choice of the master's thesis topic is driven by the need for practical application and further development of competencies in the field of mechanical engineering design and software programming, which will lay a solid foundation for future professional activity. To implement the project, a mechanical platform equipped with four electric motors is to be developed. Each motor is controlled by individual specialized drivers that ensure independent regulation of wheel rotation direction. The entire system interfaces with a radio receiver, enabling wireless remote control of the mobile platform.

A LIDAR sensor has been selected as the primary means of navigation and environmental mapping. The device scans the surrounding space and generates a point cloud, which serves as the basis for real-time localization and autonomous trajectory planning. At the initial stage of the work, the simplest obstacle-avoidance algorithm is employed, allowing the basic principles of system operation to be tested and refined.

The presented materials reflect the key elements of the master's thesis and provide an introduction to the research topic.

MAGNETIC FIELD RECONSTRUCTION STAND FOR DEBUGGING NAVIGATION ALGORITHMS OF MOBILE ROBOTS

I. I. Zotov
Supervisor: A. G. Borisov, PhD, Associate Professor

The application domain of mobile robots is currently expanding rapidly, driven by the decreasing cost of components and advances in software. Satellite navigation systems and mobile communication technologies can be used for robot positioning; however, they exhibit errors on the order of several meters, are susceptible to interference, and are often unsuitable for indoor environments.

A reasonable compromise is provided by multimodal navigation systems incorporating magnetic field sensing. In real-world environments, particularly indoors, the magnetic field exhibits spatial inhomogeneities caused by metallic structures, reinforced concrete, and other ferromagnetic objects. Using a three-axis magnetometer, it is possible to construct a map of the magnetic field and subsequently use it for localization, in combination with data from inertial navigation systems (INS) and other sensors.

A magnetic field reconstruction testbed is intended to accelerate the development of navigation systems. Instead of repeatedly driving a robot along the same trajectory to collect data, the magnetic field can be recorded once and then reproduced multiple times. The testbed also eliminates dependence on a specific onboard magnetometer. The focus of this work is the analysis of technical solutions and the development of a control system for a Helmholtz coil setup.

Research results:

1. Square Helmholtz coils, with an appropriate spacing between the coils, outperform traditional circular coils of the same overall dimensions in terms of the size of the uniform field region. However, for the same magnetic field magnitude, current consumption increases by 10%, while wire usage and resistance increase by 27%;
2. Technical solutions for the implementation of a fully digital inverter have been analyzed;
3. A control algorithm for FPGA-based switching, based on sigma-delta modulation, has been proposed. This approach reduces current ripple by an order of magnitude compared to PWM at the same clock frequency.

VULNERABILITIES AND PROTECTION OF ROBOTIC SYSTEMS

V. G. Kulaev
Academic Advisor – O. G. Kuprina, Associate Professor

The development of robotic systems and their widespread adoption in industry, logistics, medicine, and everyday life are accompanied by growing information security threats, as modern robots actively interact with data transmission networks, cloud services, and artificial intelligence modules. Unlike traditional IT systems, robots directly affect the physical world; therefore, successful cyberattacks against them may lead to disruptions in technological processes, economic losses, and potential risks to human life. A specific feature of such systems is the combination of a distributed architecture, a large number of sensors and actuators, real-time control mechanisms, and the use of wireless

communication channels, which significantly expands the attack surface. The most vulnerable elements remain unprotected industrial protocols, weak authentication mechanisms, insufficiently verified firmware updates, and the susceptibility of artificial intelligence algorithms to input data manipulation.

Analysis of known incidents in the field of robotics demonstrates the presence of serious vulnerabilities. In industrial robots, researchers have repeatedly shown the possibility of remotely modifying manipulator control commands, adjusting calibration parameters, introducing subtle micro-defects into manufactured parts, and disabling controllers by overloading the communication bus or performing denial-of-service attacks. Such interventions were made possible due to the lack of traffic encryption and insufficient segmentation of production networks. In household and service robots, cases of intercepted video streams, remote navigation control, and unauthorized substitution of cloud updates were recorded, which was associated with the use of primitive cryptographic methods and the absence of proper device authentication. A significant group of threats involves attacks on unmanned vehicles: GPS spoofing, jamming of control channels, hacking of wireless interfaces, and manipulation of telemetry data. The consequences of such attacks include route deviations, uncontrolled behavior of the vehicle, and its capture by an attacker. An important direction of attacks concerns sensors and AI modules: the use of adversarial examples, spoofing of lidar, camera, and inertial data can lead to incorrect navigation or improper object recognition.

Typical attack methods on robotic systems include network attacks, interception and modification of control commands, interference with real-time protocols, manipulation of sensor data, exploitation of vulnerabilities in firmware update mechanisms, and physical access to service interfaces. Considering the complex nature of these threats, protecting robots requires a multilayered approach. Key measures include encryption of control channels and strict authentication of all nodes, network segmentation and the application of zero-trust principles, ensuring firmware integrity and using secure boot mechanisms, continuous monitoring of telemetry and activity (including specialized IDS systems for robotics), the use of AI models resistant to data manipulation and protection of training datasets, as well as correlation of information from various sensors to detect anomalies. Special attention must be paid to the security of OTA updates, which must include cryptographic signature verification and integrity checking.

A comprehensive analysis of real incidents shows that robotics is exposed to both traditional computer attacks and entirely new threats related to physical impact and the vulnerability of AI algorithms. Enhancing the security of robotic systems is possible only through the implementation of integrated architectural and software measures that ensure resilience at all levels—from sensors to cloud services. Such an approach is a necessary condition for the safe development and integration of robotics in critical application areas.

MOBILE BULK PRODUCT VOLUME MEASUREMENT SYSTEM

K.S. Miroshin
Scientific supervisor – S.A. Gol, PhD, Associate Professor

In modern production environments, accurate measurement of the volume of bulk products (broken glass, grain, sand, crushed stone, etc.) is critical for optimizing the processes of storage and accounting of raw materials.

The development of a mobile system-a remote-controlled or autonomous wheeled robot that uses lidar-based laser scanning technologies to quickly and accurately estimate the volume of bulk materials, will allow you to quickly get information about inventory.

Lidar is installed on a mobile platform, which allows you to move freely around the warehouse and perform multiple scans of various areas. The obtained data forms a point cloud, which is a three-dimensional model of the warehouse space and the bulk products placed in it.

Lidar (Light Detection and Ranging) is based on the use of scanning laser radiation from several laser transceivers to create a three-dimensional map of the environment. Lidar emits laser pulses and records the time it takes for them to return after reflection from objects, which allows you to calculate the distance to them.

To merge (match) lidar scans, the Iterative Closest Point (ICP) method is used, which sequentially searches for matches between the closest scan points, minimizing the sum of squared distances between these matches.

The point cloud obtained after ICP processing is a loaded warehouse. To obtain a dedicated point cloud corresponding to the useful volume that is relevant only to the bulk product, a differential algorithm is proposed that also uses the reference point cloud of an empty warehouse. Before applying this algorithm in this paper, it was proposed to perform a preliminary segmentation of the cloud of a loaded warehouse and then exclude objects that are not represented in the reference cloud: vehicles, people, temporarily present equipment, etc.

Based on the processed data, the system calculates the volume of bulk materials, using calibration information obtained after the presentation of sample objects (with a known volume).

Preliminary calculations show that using lidar on a mobile wheeled platform will allow achieving a relative error in measuring the volume of bulk products of no more than 5%, and even less when using an inertial navigation system.

The proposed solution does not require modification of existing storage facilities, which reduces implementation costs and is suitable for various types of bulk products.

A SIMULATOR FOR TESTING THE OPTICAL COMMUNICATION OF AN UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM

E.P. Mudrov
Scientific supervisor – Babayan P.V., PhD, Associate Professor

When modeling an optical communication system [1], it is important to separate the modeling of a communication channel and the behavior of an unmanned aircraft system. Additionally, it is necessary to distinguish between ideal and noisy data in order to evaluate the quality of algorithms.

The proposed system includes three independent simulation circuits: communication channels, flight dynamics of the UAS and the gimbal of the transceiver module. Each circuit consists of separate modules that provide autonomous operation. The virtual world and simulation management modules ensure the integration of all circuits.

Algorithm of operation of the bass dynamics circuit:

1. Placement of transceiver modules and BAS in the virtual world.

2. Receiving and transmitting images from the virtual camera of the UAS to the detection module of the transceiver modules.

3. Transmission of coordinates of the transceiver modules to the navigation module [2].

4. The navigation module processes noisy data on the position and orientation of the UAS, as well as the coordinates of the transceiver modules to calculate the necessary course change.

5. The flight dynamics module corrects the course and updates the position of the UAS in the virtual world.

6. Assessment of navigation quality based on ideal data on the position and orientation of the UAS.

The algorithm of operation of the gimbal contour:

1. Placement of transceiver modules and BAS in the virtual world.

2. Receiving and transmitting images from the virtual camera of the UAS to the detection module of the transceiver modules.

3. Transfer the coordinates of the transceiver modules to the motion planning module of the gimbal.

4. The motion planning module calculates the necessary change in the position of the gimbal based on noisy data about its current state and the coordinates of the transceiver modules.

5. The gimbal dynamics module corrects its position and updates its status in the virtual world.

The algorithm of the optical communication circuit:

1. Calculation of the relative position and orientation of the on-board and ground transceiver modules based on ideal data.

2. Simulation of fiber-optic information transmission between terrestrial communication modules.

3. Simulation of an optical communication channel taking into account weather conditions.

4. Calculation of the probability of a bit error in the communication line.

The proposed simulator structure provides the possibility of independent verification of the operation of each circuit, as well as the differentiation of access to ideal and noisy data, which allows an objective assessment of the quality of functioning of optical communication algorithms.

References

1. Timofeev Yu. M., Vasiliev A.V. Theoretical foundations of atmospheric optics. 2003.

2. Alpatov B.A., Babayan P.V., Koblov Yu.S., Muravyev V.S., Strotov V.V., Feldman A.B. A software package for automating scientific research in the field of creating advanced navigation systems for satellite aircraft based on video surveillance data // Bulletin of the Ryazan State Radio Engineering University. Ryazan, 2012. No. 2, Issue 40. Pp. 9-15.

A HIGH-SPEED ORIENTATION SYSTEM FOR A UAV OPTICAL TRANSCEIVER

I.A. Safronov
Supervisor – E. A. Zakharova, PhD, Associate Professor

In modern unmanned aviation applications, UAVs often serve as payload carriers, including high-speed communication equipment. One promising method is distributed optical communication—a ground link consisting of optical transceivers connected in series at a certain distance, which the UAV must use to effectively navigate throughout its flight. Information is transmitted using infrared beams (1550 nm), which are scattered in space and form a reliable reception zone. However, the effectiveness of this method critically depends on the ability of the attitude control system to maintain the transmitting/receiving aperture within the scattered beam zone throughout the flight.

Development of a high-speed attitude control system based on a gimbal mounted on a UAV will ensure continuous data exchange using the optical signal itself for navigation. The system's objective is to maintain the measurement object (the scattered radiation spot) constantly within the transceiver's beam pattern.

The main challenge is that the gimbal must effectively withstand a wide range of disturbances encountered during UAV flight. These include high-frequency vibrations from the rotors, angular accelerations due to wind gusts and abrupt maneuvers, and low-frequency platform vibrations associated with the payload gimbal damping. Without active compensation for these disturbances, the beam will drift outside the transceiver's beam pattern, resulting in communication loss.

To address this issue, a gimbal support frame was designed using a CAD system. A well-founded selection of brushless motors was conducted with the following parameters: supply voltage of 12–24 V, maximum torque of at least 0.3 N m, and rotation speed of up to 300 rpm. A test rig was assembled to test feedback based on inertial measurement unit (IMU) data, enabling evaluation of the axis holding accuracy in static conditions and under external vibrations.

Currently, the system operates with a single feedback channel (IMU), which is insufficient for long-term accuracy. Future plans include adding encoders to each gimbal shaft to correct for IMU drift and obtain absolute drive position. It is also planned to introduce a noise level for the signal received from the system's photodetector into the control loop, allowing for the implementation of a tracking algorithm that maximizes the signal-to-noise ratio. Furthermore, a coarse guidance loop based on external machine vision (a wide-angle camera recording infrared radiation) will be implemented. This system is designed for initial beam acquisition before switching to fine tracking mode. Vibration isolation of the gimbal's supporting frame will also be implemented to increase resilience to external influences.

DIGITAL TRANSFORMATION OF A HIGH-TECH ENTERPRISE: STRATEGY FOR TRANSITION TO PLATFORM BUSINESS MODELS (CASE STUDY OF COMPANY)

A.B. Kuzmenkov
Scientific supervisor – Kupriyanova T.S., Senior Lecturer

In the context of active digitalization of the Russian economy, defined by Presidential Decree No. 309 dated May 7, 2024, one of the key challenges for regional high-tech enterprises is the transition from a project-based business model to modern platform business models with a predominance of recurring revenue (SaaS).

The aim of the study is to develop a practical strategy for the digital transformation of a small high-tech enterprise in the Ryazan region using the example of Company "N" – a leading regional developer of machine vision systems and industrial automation.

Company "N" (a micro-enterprise with 23 employees) demonstrates high growth dynamics: in 2024, revenue reached 228.5 million RUB (almost 5-fold growth), net profit amounted to 81.8 million RUB, and return on sales was 35.8%. The company's main product is a software and hardware complex for automated quality control, assembly completeness verification, and product marking under the "Honest Sign" national system.

However, the current business model has significant limitations: it is based exclusively on one-off "turnkey" projects, slow inventory turnover (128 days), absence of cloud subscription services, and insufficient digital maturity in data management, business model development, and corporate culture (levels 1-2 according to the CMMI model).

Theanalysisofthe external and internal environment, carried out using the McKinsey 7S model, CMMI, and the approach of St. Petersburg State University, revealed significant potential for transformation. The company's strengths include unique technological competencies, high financial efficiency, and a strong market reputation.

The study proposes a three-stage strategy for transitioning to a platform business model:

1. "Smart Service" stage (2027-2028) – integration of subscription services with existing products, achieving 10% share of recurring revenue.
2. "Product as a Service" stage (2028-2029) – launch of a full-fledged cloud SaaS solution, attraction of at least 50 active users, NPS ≥ 30.
3. "Open Platform" stage (2030-2031) – creation of an ecosystem and marketplace, ensuring at least 25% of platform-based revenue.

Thestrategyisimplemented through a Balanced Scorecard (BSC) strategic map with clear KPIs across four perspectives:

–Finance (SaaS revenue share ≥ 25%, inventory turnover ≤ 60 days),

–Customers (NPS ≥ 40),

–Internal processes (30% reduction in Time-to-Market),

–Learning and development (retraining of at least 70% of employees).

The total investment for three years is estimated at 32.7 million RUB (optimistic scenario). Technical implementation includes migration to domestic cloud platforms (Yandex Cloud, VK Cloud), transition to microservice architecture, integration of IoT sensors and artificial intelligence for predictive analytics, while ensuring information security through certified Russian solutions.

Theproposedapproachallows the company to preserve its current project business while building a stable stream of recurring revenue, increasing customer loyalty, and significantly reducing operational risks.

The results of the study can be used by other small and medium-sized high-tech enterprises in implementing digital transformation and import substitution strategies within the framework of building a digital economy.

METHODS FOR IMPROVING COMMISSIONING WORKS AT THE PREPARATORY STAGE

M.B. Torzhenov
Scientific supervisor - Kupriyanova T.S., Senior Lecturer

Commissioning is often treated as the final step of a construction project, but in practice it is also a check of whether the facility is really ready for safe and stable operation. The preparatory stage influences the whole result, because it defines the order of actions, the set of documents, and the criteria by which the system will be accepted for testing [1].

Many problems appear before adjustment starts. If equipment is transferred from installation with incomplete assembly, unresolved comments, or gaps in as-built documents, commissioning teams spend time on work that should have been finished earlier. In such cases, start-up activities turn into correction of installation defects rather than verification of operating modes. This delays handover and makes quality control less predictable.

For this reason, the preparatory stage should be organized as a sequence of clear checks. First, the project, working, and as-built documentation should be reviewed. Then the installed systems need inspection for completeness, accessibility, and compliance with design solutions. After that, the parties can confirm readiness for individual testing of units and subsystems. A readiness checklist with responsible persons and deadlines helps to record defects, separate critical remarks from minor ones, and avoid repeated discussion of the same problems [1, 2].

An important result of commissioning is not only adjustment itself, but also an objective list of nonconformities found before full start-up. When remarks are fixed in time and assigned to responsible contractors, the transition from installation to testing becomes more controlled. Therefore, improvement of commissioning should begin with stronger preparation: earlier involvement of commissioning specialists, clearer readiness criteria, and better discipline in documentation. This approach reduces rework and supports a more reliable introduction of equipment into operation [2].

References

1. SP 77.13330.2016. Sistemy avtomatizatsii. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 3.05.07-85. https://docs.cntd.ru/document/456044317

2. SP 68.13330.2017. Priemka v ekspluatatsiyu zakonchennykh stroitel'stvom ob"ektov. Osnovnye polozheniya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 3.01.04-87. https://docs.cntd.ru/document/555603336

PORTABLE GADGET-FREE BLOOD PRESSURE MONITORING AND ALARM SYSTEM FOR DANGEROUS CHANGES

T.M. Yakovlev
Scientific supervisor — Mozhaeva O.V., Senior Lecturer

Arterial hypertension remains one of the most important diseases at the present time. According to the World Health Organization, more than 1.4 billion adults aged 30-79 years suffer from hypertension, and most of them live in low- and middle-income countries [1]. Monitoring is necessary to control hypertension in everyday conditions. Traditional methods of measuring blood pressure do not allow for simple and convenient monitoring of blood pressure (BP) in real time. It is required to develop a blood pressure assessment method and a system that will monitor and alert the user of dangerous changes in blood pressure indicators.

Since modern methods of measuring blood pressure require time, direct user involvement, and bring discomfort in the form of pain from compression with an occlusive cuff, it is proposed to move away from the Korotkov tone measurement method and the oscillometric method and resort to photoplethysmography (PHG).

The FPG method does not provide a direct assessment of blood pressure, but it allows monitoring of related indicators, namely the pulse wave propagation velocity (CPV). This indicator is key in assessing the condition of blood vessels and diagnosing hypertension. The assessment of CPV makes it possible to draw a conclusion about the condition of blood vessels, assess their aging, showing untreated hypertension, destruction of elastin and collagen build-up (fibrosis) [2], and signal sudden changes indicating an increase or decrease in pressure. The developed device is suitable for monitoring, diagnosing arterial hypertension, and assessing the modulus of elasticity of blood vessels. A statistical study published in the European Journal of Health has proven that CPV increases with age and blood pressure levels, and has also shown critical indicators of CPV.

Despite the fact that elevated blood pressure and arterial stiffness are inextricably linked, the temporal patterns between these indicators have not been fully studied. The relationship between blood pressure and arterial aging is two-way: due to increased blood pressure, the arteries stretch, elastin depletion occurs, and collagen build-up, which leads to an increase in the stiffness of the arterial walls, leads to an increase in blood pressure [2]. However, obtaining the modulus of elasticity according to the Moens-Korteweg formula allows us to assess the condition of the vessel wall. The device under development must combine compactness and sufficient technical characteristics for correct indications in the patient's daily life.

References

1. The World Health Organization. Hypertension. September 25, 2025 / URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/hypertension (Accessed 07.10.2025).

2. Cavero-Redondo I, Saz-Lara A, Lugones-Sánchez C, Pozuelo-Carrascosa DP, Gómez-Sánchez L, López-Gil JF, García-Ortiz L, Bruno RM and Gómez-Marcos MÁ (2023) Comparative effect of antihypertensive drugs in improving arterial stiffness in adults with hypertension (RIGIPREV study). A network meta-analysis. Front. Pharmacol. 14:1225795. doi: 10.3389/fphar.2023.1225795.

PORTABLE HEART MONITOR AND ALARM DETECTION

E.S. Elgazin
Scientific supervisor – Mozhaeva O.V., Senior Lecturer

Cardiovascular diseases claim millions of lives annually. Therefore, there has recently been an urgent need to develop completely new methods and technical solutions for the early diagnosis of dangerous abnormalities in cardiac function.

Cardiac activity is recorded optically. Deviations in cardiac activity are determined by analyzing the informative parameters of the pulse wave. These parameters include amplitude, frequency, waveform, temporal, and statistical characteristics [1-4].

Below is a list of diseases and their corresponding pulse wave abnormalities [5].

- Arterial hypertension - a tall dicrotic wave. A pulse oximeter interprets it as an independent pulse wave. As a result, an elevated pulse rate is observed.
- Atherosclerosis + hypertension / aortic stenosis - increased peripheral resistance is observed. The pulse wave rises gently and unevenly, with the peak shifting toward the end of systole.
- Aortic insufficiency - low peripheral resistance and high systolic ejection. The pulse wave has a large rise, a rapid decline, and a barely noticeable incision.
- Obliterating endarteritis - the amplitude of the pulse waves is reduced in all fingers of the affected limb. In the initial stages of the disease, the vasodilatory effect when raising the leg is sharply reduced (low pulse wave amplitude), and the vasoconstrictor effect is significantly pronounced when lowering the leg.
- Tachycardia (more than 90 beats per minute) is a compensatory increase in heart rate to maintain cardiac output.
- Bradycardia (less than 60 beats per minute) is a disturbance in the generation or conduction of an electrical impulse.

The monitoring system's algorithm is based on continuous recording of the pulse wave signal by a photometric sensor. Then, at each selected period, the pulse wave shape is analyzed, characteristic points (moments) of the pulse wave (maxima or minima) are identified, and the amplitude, time, and frequency parameters of the pulse wave are measured. Diagnostic indicators for dangerous deviations in pulse wave parameters are calculated based on the data from the list provided above. By comparing current readings with normal values, a conclusion is reached regarding the absence of dangerous changes or their presence, accompanied by an alarm signal and a text message indicating what the patient needs to do immediately in accordance with the attending physician's previously given instructions.

References

1. Mikhailov, V.M. "Heart Rate Variability. Practical Application of the Method." Ivanovo: 2000, 200 p.

2. Baevsky, R.M., Ivanov, G.G., Chireikin, L.V., et al. "Analysis of Heart Rate Variability Using Various Electrocardiographic Systems." Vestnik Aritmologii, No. 24, 2001, pp. 65-87.

3. Bolshev A.S., Sidorov D.G., Ovchinnikov S.A. Heart Rate. Physiological and Pedagogical Aspects: Study Guide – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2017. – 76 p.

4. Semenistaya E.S. Diagnostic Indicators of the Pulse Curve Contour // Bulletin of the Southern Federal University. Technical Sciences, No. 2(79). 2008. Pp. 111-116.

5. Usanov D.A., Skripal A.V., Vagarin A.Yu., Rytik A.P. Methods and Equipment for Diagnosing the State of the Cardiovascular System Based on Pulse Wave Characteristics. – Saratov: Saratov University Press, 2017. University, 2009. – 24-31 p.

THE ALGORITHM OF THE PATHOLOGY ANALYSIS SYSTEM BASED ON BIOMEDICAL IMAGE DATA

N.S. Ermakov
Scientific Supervisor - Mozhaeva O.V., Senior Lecturer

Modern diagnostic methods actively utilize biomedical images, such as magnetic resonance imaging (MRI), computed tomography (CT), ultrasound (US), and microscopic images. These methods provide detailed information on the condition of tissues and organs, significantly improving diagnostic accuracy. Automated data analysis using artificial intelligence (AI) and machine learning systems accelerates processing, increases reliability, and reduces human error. The implementation of such systems accelerates diagnostics and enables the early detection of pathological changes, which is critical for timely treatment. Therefore, the aim of this paper is to examine the key components of a pathology analysis system based on biomedical imaging data and propose innovative approaches to their implementation that improve diagnostic efficiency and accuracy.

The first stage involves collecting source data, including medical images, clinical information, and pathology labels—annotated regions, diagnoses, and disease stages. Data preprocessing then occurs, including noise reduction using filters, intensity normalization to eliminate image variations, and segmentation of regions of interest (e.g., tumors or vascular lesions) using active contour methods or gradient-based algorithms.

Modern technological approaches are used to implement the components described. Deep learning, in particular convolutional neural networks, enables automatic image processing and feature extraction.

The next step involves extracting features characterizing pathological areas, such as texture features, morphological features (shape, size, circumference), and intensity features (mean, variance, histograms). Fourier transforms and wavelet transforms are used for image analysis, which reveal hidden details and improve feature analysis. In particular, the Fourier transform

AI-powered biomedical image analysis offers an effective solution for improving the accuracy and speed of pathology diagnosis. The system's architecture integrates data collection, preprocessing, feature analysis, classification, and visualization, all implemented using modern deep learning and big data processing technologies. Despite external disturbances and noise, these systems are capable of achieving high accuracy thanks to filtering and interpretation methods, making them essential tools in modern medicine. Future prospects include expanding the database, improving algorithms, and integrating with clinical protocols, which will improve the quality of medical diagnostics and reduce the workload of specialists.

RECOGNITION OF GASEOUS SUBSTANCES USING AROMA SENSORS IN THE ELECTRONIC NOSE SYSTEM

A.S. Zhuchkova, O.V. Mozhaeva
Scientific supervisor – Proshin E.V., DSc, Professor

The capacity to detect chemical substances in one's surroundings is a cornerstone of survival for the vast majority of living organisms. While the human olfactory system is instrumental in social dynamics and the appraisal of food quality, its analytical power is

inherently limited.

The term "electronic nose" was introduced by Gardner and Bartlett, who characterized it as an instrument comprising an array of partially selective sensors coupled with a pattern recognition system, enabling it to discern both simple and complex odors [1]. Its principal distinction from conventional analytical tools lies in its holistic approach: rather than decomposing a sample into its individual constituents, it evaluates the entire volatile mixture simultaneously, thereby generating a distinctive digital signature or aromatic profile.

The operational principle of this technology is based on the conversion of a chemical stimulus into an electrical response. When gas molecules interact with the sensor's active surface, they induce measurable alterations in its electrical conductivity. These recorded changes constitute the fundamental data used for the subsequent identification and classification of the odor [2, 3, 4].

The wide array of available sensing modalities provides a versatile platform for engineering systems tailored to specific applications. Ongoing advancements in sensor materials and data analytics are driving the proliferation of this technology across an increasingly diverse range of human endeavors.

References

1. Persaud K., Dodd G. Analysis of discrimination mechanisms in the mammalian olfactory system using a model nose // Nature. – 1982. – Vol. 299, № 5881. – P. 352–355.

2. Wilson A.D., Baietto M. Applications and advances in electronic-nose technologies // Sensors. – 2009. – Vol. 9, № 7. – P. 5099–5148.

3. Buck T.M., Allen F.G., Dalton M. Detection of chemical species by surface effects // Surface Effects in Detection. – Washington : Spartan Books Inc., 1965. – P. 147–168.

4. Dravnieks A., Trotter P.J. Polar vapour detector based on thermal modulation of contact potential // Journal of Scientific Instruments. – 1965. – Vol. 42, № 8. – P. 624–627.

RESEARCH AND ANALYSIS OF THE EEG CHANNEL

A.V. Zubrilina
Scientific supervisor — Mozhaeva O.V., Senior Lecturer

Electroencephalography, one of the main methods for assessing the functional state of the brain, is based on recording its electrical activity and remains a popular diagnostic tool. It is safe and widely used in neurophysiology, clinical medicine, psychology, and the development of neural interfaces. Modern EEG technologies range from high-precision diagnostic systems to mobile devices.

The choice of method depends on the objectives: clinical diagnostics require multichannel systems using electrodes placed on the scalp. EEG is widely used in neurophysiology and neurology, and is also available for personal use, for example, in the form of compact headsets.

This method allows for tracking electrical oscillations in the brain, which are divided into several frequency ranges. Each of these is associated with specific states of consciousness, cognitive processes, and pathologies. Let's look at the key EEG rhythms:

— Delta rhythm (δ) – 0.5–4 Hz (coma, deep sleep, brain dysfunction)
— Theta rhythm (θ) – 4–8 Hz (drowsiness, meditation, trance)
— Alpha rhythm (α) – 8–13 Hz (relaxation, wakefulness without active mental activity)
— Beta rhythm (β) – 13–30 Hz (attention, concentration, mental activity)
— Gamma rhythm (γ) – 30–100 Hz (complex cognitive functions: attention, memory, perception)

The main approaches to EEG recording differ in the number of channels:

— Single-channel EEG – used in portable devices (e.g., neuroheadsets). Suitable for basic monitoring, but characterized by low spatial resolution and relatively low implementation cost.
— Multichannel EEG (8, 16, 32, 64, 128, 256 channels) – used in clinical practice and scientific research. The greater the number of electrodes, the higher the accuracy and detail of signal source localization.

References

1. Аппаратура и методы клинического мониторинга: Учебное пособие / Л.И. Калакутский, Э.С. Манелис. Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 1999. 160 с

2. Обратные задачи ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография. / Гнездицкий В.В. (ред.) – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – 720 с.

3. ГОСТ Р 56676-2015 (МЭК 60601-2-26:2012). Аппаратура нейрофизиологическая. Частные требования безопасности и основные рабочие характеристики аппаратуры для электроэнцефалографии.

4. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). / Зенков Л.Р. – 5-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2017. – 360 с.

5. Мозг-компьютер: новые технологии взаимодействия человека с внешним миром/ Каплан А.Я.. – М.: Наука, 2021. – 180 с.

TECHNOLOGY FOR DETECTING CARDIAC DISORDERS USING HOLTER'S WEARABLE ECG MONITOR

A.A. Kurbatova
Scientific supervisor — Mozhaeva O.V., Senior Lecturer

Cardiac abnormalities can be detected noninvasively using an electrocardiogram recorded during monitoring. After comparing various noninvasive techniques for identifying such disorders, the 12-lead Holter monitoring method was chosen. Its key advantages include high informational value and precise localization of pathological changes, the ability to diagnose silent myocardial ischemia, and the detection of transient and rare events.

Monitoring methods generally consist of a graphical representation of the electrical impulses of the heart. The electrical activity of the heart muscle is recorded and displayed as an electrocardiogram curve. The electrocardiograph measures the intensity of contractions of the heart muscle and converts them into a graphic image (on a tape in the form of teeth). The results determine the absence or presence of abnormalities in the work of the heart. The measurement method is based on an electrocardiogram monitoring method [1].

In this work, the key operating stages of the device have been defined. They include ECG signal acquisition with multichannel analog-to-digital conversion, preprocessing by digital filters, extraction and classification of QRS complexes and arrhythmia episodes, as well as detection of the T-wave, ST segment, and ischemic events[2]. Furthermore, the signal processing algorithm implements heart rate variability analysis, which is considered an important marker for arrhythmia detection and reflects autonomic regulation of cardiac rhythm. This variability assessment involves measuring R-to-R intervals and computing their average duration. Identifying R-peaks is reduced to locating local maxima along the time axis, whereas arrhythmias are detected by comparing RR intervals with a threshold, and at the final stage each episode is assigned to a specific arrhythmia class.

Bibliographic list

1. О.А. Паторская, А.В. Полянская "Инструментальные диагностические технологии в кардиологии: холтеровское мониторирование" Учебно-методическое пособие. // БГМУ, Минск.

2. Саморукова О.Д., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Жулева С.Ю. Задачи разработки медицинских систем при выборе схемы медикаментозного лечения. // Вестник Российского государственного технического университета, № 8, 2024, с. 106-114.

SYSTEM FOR STUDYING THE PARAMETERS OF THE PHONOCARDIOGRAM

D.A. Myagkov
Scientific supervisor — Mozhaeva O.V., Senior Lecturer

The registration and analysis of acoustic manifestations of cardiac activity remain an important task of modern functional diagnostics. Heart sounds contain diagnostically significant information about the operation of the valve apparatus, intracardiac hemodynamics, and mechanical processes occurring in the myocardium. Phonocardiography is based on the conversion of mechanical vibrations of the chest wall into an electrical signal, enabling objective assessment of heart sound characteristics and facilitating early detection of functional abnormalities [1].

Despite the widespread clinical use of auscultation, this method is inherently subjective and depends on the experience of the physician, which limits its diagnostic reliability. In this regard, the development of compact and technically efficient systems for phonocardiogram acquisition and analysis is of particular relevance. The application of modern electronic components and digital signal processing techniques allows for improved measurement accuracy, increased reproducibility, and enhanced visualization of diagnostic data [2].

The proposed system is based on a functional signal acquisition and processing chain that includes an acoustic sensor, an analog front-end, and a digital processing unit. At the initial stage, mechanical vibrations generated by cardiac activity are detected using a sensitive acoustic sensor operating within the characteristic frequency range of heart sounds (approximately 20–1000 Hz). The resulting electrical signal is characterized by low amplitude and susceptibility to various types of noise.

To ensure adequate signal quality, the analog front-end performs amplification and frequency-selective filtering. The filtering stage is designed to suppress low-frequency baseline drift, power-line interference (50 Hz), and high-frequency noise components, while preserving diagnostically relevant frequency bands (typically 20–400 Hz for primary heart sounds). This preprocessing significantly improves the signal-to-noise ratio and maintains the structural integrity of the phonocardiogram.

Following analog conditioning, the signal is digitized using an embedded analog-to-digital converter within a microcontroller. The use of a microcontroller-based architecture ensures stable sampling, sufficient resolution, and flexibility in configuring acquisition parameters. The digitized data are transmitted to a personal computer for further processing and analysis.

The software implementation is developed in the LabVIEW environment and provides a comprehensive framework for signal analysis. The processing pipeline includes digital filtering, decomposition of the signal into multiple frequency bands, time-domain visualization, and spectral analysis using the Fast Fourier Transform. This approach enables detailed investigation of the frequency structure of heart sounds and facilitates identification of diagnostically significant components.

Automatic parameter extraction is performed using a peak detection algorithm that identifies characteristic features of the phonocardiogram, including the first and second heart sounds. Based on the detected peaks, amplitude and temporal parameters are calculated, including inter-sound intervals and signal energy characteristics. These parameters can be further used to estimate heart rate and analyze the temporal structure of the cardiac cycle.

The developed system provides reliable acquisition and analysis of phonocardiogram signals while maintaining relative simplicity of hardware implementation. Due to its compactness, accessibility, and sufficient diagnostic capabilities, the system can be effectively applied in educational practice, laboratory research, and preliminary biomedical investigations.

References

1. Бокерия Л. А., Алехин М. Н. Вариабельность сердечного ритма и акустические методы диагностики. — М.: НМИЦ ССХ им. А. Н. Бакулева, 2015. — 128 с.

2. Кулаков В. П., Молчанов В. В., Чичков А. И. Медицинская аппаратура: учебник для вузов. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. — 352 с.

AUTOMATION OF MEASURING THE MAGNETIC FIELD OF INDUCTORS MAGNETOTHERAPEUTIC COMPLEX "RELAXMAG"

A.S. Togulov
Scientific supervisor — Mozhaeva O.V., Senior Lecturer

Existing methods for verifying the spatial distribution of magnetic fields within the working zone of a therapeutic cell are characterized by high labor intensity due to the predominance of manual operations, which reduces the efficiency of experimental work [1]. An analysis of available solutions reveals the absence of unified automated systems in

Russia for rapid mapping of magnetic fields emitted by various sources, combined with visualization of results within specified metrological characteristics.

The practical value consists in reducing the time required for conducting measurements. The relevance of this work is driven by the increasing development activity in the field of medical magnetotherapy systems.

Current approaches are based on quantitative methods involving manual positioning of the measuring transducer, without accounting for the relationship between time expenditure and the required measurement resolution. The key challenge is to determine an optimal measurement strategy that minimizes time costs [2]. The aim of this paper is to present a conceptual model of an automated system supported by theoretical and experimental validation.

The configuration of the working zone in complex magnetotherapy devices is complex, resulting in a non-trivial topology of the magnetic field. A discrete set of magnetic induction values enables reconstruction of the field propagation pattern and assessment of its generation accuracy. Data quality is directly determined by the measurement methodology and the manner of its technical implementation.

The proposed automated system implements a linear scanning principle with specified accuracy by moving the measurement module relative to a stationary therapeutic cell along the Ox axis. Position adjustment of the cell is performed manually. This approach was selected based on practical feasibility considerations at the initial design stage.

The system architecture comprises [3]:

- a kinematic unit based on a stepper motor, worm gear, and carriage;
- a three-axis digital Hall-effect sensor (TLx493D);
- a data acquisition unit with I2C interface and +5V, +9V power supplies;
- a supporting structure with screw-based positioning mechanisms;
- software, including control algorithms and a user interface running on a PC.

References

1. Каплан М.Б. Представление многоэлементной полеформирующей системы магнитотерапевтического ап-парата // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2025 [текст]: сб. тр. VIII междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.6./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. - Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2025. - С. 244-248.

2. Гуржин С.Г., Шуляков А.В. Особенности применения и погрешности оптических датчиков, используемых в комплексной хрономагнитотерапии // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2025 [текст]: сб. тр. VIII междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.6./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. - Рязань: Рязан. гос. ра-диотехн. ун-т, 2025. - С. 262-269.

3. Тогулов А.С., Гуржин С.Г. Автоматизированная система измерения и визуализации магнитного поля ячей-ки магнитотерапевтического комплекса «Релаксмаг» // Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы – Биомедсистемы-2025 [текст]: сб. тр. XXXVIII Всерос. науч.-техн. конф. студ., мол. учёных и спец., 3-5 декабря 2025 г. / под общ. ред. В.И. Жулева.. - Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2025. - С. 335-339.

BLOOD PRESSURE MONITORING DEVICES AND SYSTEMS

I.O. Fomin, A.I. Balashov
Scientific supervisor — Mozhaeva O.V., Senior Lecturer

The rapid progress of electronic technologies has led to the growing automation of many technical and medical processes, especially those aimed at tracking key physiological indicators. As a result, automated systems for cardiovascular monitoring, which incorporate basic functions for recording essential vital signs, are becoming more widespread. Since cardiovascular diseases remain the leading cause of death worldwide, the ongoing improvement and enhancement of such diagnostic tools are of considerable clinical importance.

Modern, high-quality medical care largely depends on the accurate assessment of cardiovascular system (CVS) performance. Among the most significant indicators of CVS health are heart rate and blood pressure. Ensuring high precision in measuring these parameters is crucial for obtaining reliable data from blood pressure monitoring equipment [1].

Traditionally, blood pressure measurement follows the four-phase auscultatory method proposed by Korotkov:

1. The first appearance of clear tapping sounds, which defines systolic arterial pressure (SAP).
2. A subsequent phase marked by a gradual increase in sound intensity.
3. A transitional phase characterized by muffled or altered sound quality.
4. The complete disappearance of audible sounds, corresponding to diastolic arterial pressure (DAP).

In clinical practice, these values are recorded as a ratio of systolic (higher) to diastolic (lower) pressure, usually expressed in millimeters of mercury (e.g., 120/80 mmHg).

Thus, the systolic value corresponds to the first Korotkov sound (Phase 1), while the diastolic value matches the point where sounds vanish completely (Phase 4). Measurements are rounded to the nearest even number in increments of 2 mmHg. If the reading falls exactly between two scale marks, the higher even number is taken. Standard clinical guidelines recommend taking two measurements with a two- to three-minute interval between them, after which the final result is calculated as the arithmetic mean. If the difference between the two readings exceeds 5 mmHg, additional measurements are required. For values of 120/80 mmHg or lower, a single measurement is typically considered sufficient [2].

Modern blood pressure monitors (tonometers) operate based on the analysis of oscillatory pulse wave signals. These monitoring devices function as arterial pressure sensors and are classified as acoustic-type sensors, since the primary data appear as audible vibrations detected via a stethoscope during pressure changes in the arteries. Acting as active devices, they apply controlled external compression using an inflatable cuff. This compression modifies the tension in the arterial wall, allowing the system to capture and process the acoustic response generated by each heartbeat.

References

1. Carlo Menon, Derek Abbott, Dingchang Zheng. Mobile and Wearable Systems for Health Monitoring. – M, 2023. – 123 p.

2. Mengxiao Chen. Advanced Soft Electronics in Biomedical Engineering. – M, 2024. – 272 p.

RESEARCH OF AN INTERFERENCE-RESISTANT ECG CHANNEL

A.R. Yusupova
Scientific supervisor — Mozhaeva O.V., Senior Lecturer

Electrocardiography constitutes a fundamental diagnostic method for evaluating the functional state of the cardiovascular system, enabling the acquisition and analysis of cardiac electrical activity based on waveform morphology and temporal characteristics. The method is widely applied in clinical and ambulatory practice due to its non-invasiveness and high diagnostic value. Nevertheless, in practical measurement conditions, ECG signals are frequently subject to significant distortions caused by both external and internal interference sources, including power-line electromagnetic interference, motion artifacts, electrode–skin interface instability, muscle activity, and baseline drift .

A review of existing technical solutions indicates that a substantial proportion of electrocardiographic systems are optimized for operation under controlled laboratory conditions. However, in real-world applications—particularly in ambulatory monitoring and mobile diagnostics—the quality and reliability of the recorded signals may degrade considerably, which necessitates the development of interference-resistant ECG channels capable of maintaining signal integrity under adverse conditions. This issue becomes especially critical when long-term monitoring or operation in dynamically changing environments is required .

Within the scope of this study, a conceptual framework for the implementation of an interference-resistant ECG channel is proposed. The signal acquisition stage is assumed to be performed using an electrode system, followed by amplification via an instrumentation amplifier with a high common-mode rejection ratio. The signal is then subjected to analog preprocessing, including high-pass filtering to suppress low-frequency components, notch filtering to attenuate power-line interference at 50 Hz, and low-pass filtering to reduce high-frequency noise.

Following analog-to-digital conversion, digital signal processing techniques are applied. A key element of the proposed framework is baseline drift compensation, which is achieved by estimating the baseline using averaging or adaptive filtering methods, followed by its subtraction from the original signal. This approach ensures stabilization of the signal while preserving diagnostically significant morphological features, including low-amplitude components that are important for clinical interpretation.

Furthermore, the framework includes the application of signal analysis algorithms, such as detection of characteristic ECG features and evaluation of temporal intervals between cardiac cycles. These operations enable the estimation of heart rate and other clinically relevant parameters, as well as create a foundation for more advanced diagnostic algorithms. In summary, the proposed conceptual framework is aimed at improving the

robustness and reliability of ECG signal acquisition and processing in conditions of elevated interference and may serve as a basis for the development of portable medical systems.

References

1. Мурашко В. В., Струтинский А. В. Электрокардиография: учебное пособие. — М.: Медпресс-информ, 2016. — 320 с.

2. Яковлев В. М. Клиническая электрокардиография. — М.: Медицина, 2019. — 370 с.

3. Байдов А. А., Мартынов А. И., Смирнов В. А. Алгоритмы обработки сигналов в биомедицинской технике. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2018. — 256 с.

4. Юсупова А.Р., Мельник О.В. Исследование помехоустойчивого ЭКГ-канала // Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы – Биомедсистемы-2025 [текст]: сб. тр. XXXVIII Всерос. науч.-техн. конф. студ., мол. учёных и спец., 3-5 декабря 2025 г. / под общ. ред. В.И. Жулева.. - Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2025. - С. 335-339.

VIDEO COMPRESSION METHODS FOR STREAMING IN DEVICES WITH LIMITED COMPUTATIONAL CAPABILITIES

S.Y. Zhupin
Scientific supervisor – Sokolova O.V., Senior Lecturer

Modern Internet of Things (IoT) systems, video surveillance, and unmanned aerial vehicles impose strict requirements on real-time video data transmission under constraints of limited computational resources, power consumption, and radio channel bandwidth. The volume of an uncompressed video stream, even at low resolutions, makes its direct transmission impossible; therefore, video compression becomes an essential processing stage.

The paper examines the full lifecycle of video data: capture from the camera sensor, pre-processing (color space conversion, chroma subsampling, interlacing), compression, encryption, wireless transmission, and decoding. Pre-processing methods such as digital chroma subsampling and interlacing allow a significant reduction in the original data volume without substantial degradation in visual perception and with minimal impact on device cost. This is particularly important for systems with narrow communication channels.

Three main approaches to video compression are analyzed. Motion JPEG (MJPEG) — frame-by-frame compression — is characterized by extremely low computational complexity and minimal RAM requirements (only a few kilobytes), making it suitable even for 8-bit microcontrollers. However, the compression ratio of MJPEG is 5–10 times lower than that of more modern codecs. H.264/AVC employs inter-frame prediction (I and P frames), motion estimation, discrete cosine transform, and entropy coding (CAVLC/CABAC). This provides significantly better compression, but typically requires hardware implementation in the form of dedicated encoder chips. H.265/HEVC, the successor to H.264, introduces coding based on Coding Tree Units (CTU), improved intra-frame prediction (35 directional modes), and support for parallel processing. This enables a 30–50 % reduction in bitrate at the same quality level. However, its hardware implementation is considerably more complex and expensive.

The most common protocols used for real-time transmission of compressed video are also considered. RTP (Real-time Transport Protocol) directly carries media packets with timestamps and sequence numbers, enabling stream recovery in case of packet loss. RTSP (Real-Time Streaming Protocol) is used for session control of streaming video from the server (play, pause, stop). SRT (Secure Reliable Transport) is a modern open-source protocol featuring automatic repeat request (ARQ), forward error correction (FEC), and support for end-to-end AES-128/256 encryption. It is optimal for unreliable channels, such as UAV communication links or video surveillance systems.

The research results demonstrate that in devices with limited computational capabilities, the choice of compression method is a compromise between cost, latency, power consumption, and the available radio channel bitrate. The analysis and comparison of compression algorithms and transmission protocols enable the informed design of real-time video transmission systems and the identification and elimination of bottlenecks in existing implementations.

COMPARATIVE ANALYSIS OF WINDOW FUNCTIONS FOR SPECTROGRAM FORMATION UNDER NOISY CONDITIONS

N.A. Popov
Scientific Supervisor – O.V. Sokolova, Senior Lecturer

Actuality

The rapid growth of digital data requires reliable time-frequency analysis tools in audio processing, telecommunications, and medical diagnostics. Spectrograms, based on the Short-Time Fourier Transform (STFT), are critically sensitive to window function selection. In noisy environments, improper windowing causes spectral leakage or resolution loss, making optimal window choice a pressing practical task [1, 2].

Aim and Tasks

This work aims to conduct a comparative analysis of Hann, Hamming, and Blackman windows and to formulate recommendations for their use under noisy conditions. Tasks:

– examine STFT windowing mathematics;
– compare main lobe width and side lobe suppression;
– perform MATLAB simulations with test signals;
– determine optimal window choice criteria.

Methods

The STFT is defined as $STFT\{x(t)\}(\tau,t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)w(t-\tau)e^{-j2\pi ft}dt$, where w(t) is the weighting window. Power spectral density is estimated via Welch's averaged periodogram method to reduce variance. Key window parameters analyzed: main lobe width, side lobe level, and equivalent noise bandwidth. Windows compared:

– Hann: $w(n) = 0.5 - 0.5cos(\frac{2\pi n}{N-1})$, side lobe –31 dB.
– Hamming: $w(n) = 0.54 - 0.46cos(\frac{2\pi n}{N-1})$, side lobe –42 dB.
– Blackman: $w(n) = 0.42 - 0.5\cos\frac{2\pi n}{N-1} + 0.8cos(\frac{4\pi n}{N-1})$, side lobe –58 dB.

Results

The rectangular window yields the highest frequency resolution but extreme leakage (–13 dB side lobes). Hann and Hamming windows offer a balanced trade-off (main lobe ~1.5 bins wide) with effective leakage suppression. Blackman window provides

maximal side lobe attenuation (–58 dB), greatly reducing noise floor but broadening main lobe (~1.75 bins) and degrading resolution of adjacent frequency components [3].

Conclusion

For tasks demanding precise frequency discrimination (e.g., harmonic separation), Hann or Hamming windows are recommended. When noise suppression is paramount (e.g., weak signal detection), the Blackman window is preferable. Proper window selection enhances spectral clarity in real-time signal processing applications.

References

1. Harris, F. J. On the Use of Windows for Harmonic Analysis // Proc. IEEE, 1978, Vol. 66, pp. 51–83.

2. Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W. Digital Signal Processing. Prentice-Hall, 1975.

3. Welch, P. D. The Use of FFT for Estimation of Power Spectra // IEEE Trans. Audio Electroacoust., 1967, Vol. 15, pp. 70–73.

NAVIGATION AND CONNECTIVITY IN CORPORATE KNOWLEDGE BASES

N.A. Potemkina

Scientific supervisor – Sokolova O.V., Senior Lecturer

The continuous growth of information that individuals, project teams, and organizations need to manage demands new approaches to its structuring and sharing. Knowledge bases are widely used to address this challenge, providing tools to organize information, establish connections between elements, and ensure convenient access for both individual users and teams.

This paper focuses on navigation and connectivity in corporate knowledge bases, exploring how the design of links and retrieval paths affects the efficiency of knowledge management. While traditional approaches often emphasize hierarchical or strictly structured organization of information, this study argues that flexible connectivity and opportunities for reusing information are even more critical for practical usability.

Several structural paradigms underlie modern knowledge bases. The hierarchical paradigm organizes information in a tree-like structure, prioritizing logical navigation, with cross-references playing a secondary role. The metadata-oriented paradigm relies on file properties and metadata, enabling search-based navigation. The graph-oriented paradigm structures knowledge as a network of interconnected notes, highlighting the importance of links between elements. These paradigms often coexist within a single system, combining their strengths at both the organizational and functional level.

The study examines a range of methodologies for knowledge organization, from historical practices like Commonplace Books to modern approaches such as Zettelkasten, Bullet Journal, Progressive Summarization, Digital Gardens, LYT (Linking Your Thinking), Evergreen Notes, and Building a Second Brain (BASB). Zettelkasten, introduced by Niklas Luhmann, is foundational due to its flexibility and systematic linking of notes. Methods like MOC (Maps of Content) and Evergreen Notes enhance navigation and maintain relevance over time, while approaches like PARA offer structured categorization of projects, resources, and archives. Techniques such as CODE and Progressive Summarization

facilitate extraction and reuse of information but require careful implementation to avoid overcomplicating workflows.

The planned research will include a comparative analysis of these methodologies, assessing how each supports navigation, connectivity, and information reuse in corporate contexts. Particular attention will be paid to potential obstacles, such as isolated or "dead-end" notes, overly rigid hierarchies, or inefficient categorization schemes. The study also intends to investigate user interaction patterns, including speed of retrieval, comprehension of interconnections, and adaptability to new information, using experimental simulations of corporate knowledge workflows. These observations will inform recommendations for optimizing the structure and linkages in corporate knowledge bases.

Although no proprietary system has yet been developed, the analysis draws on examples from personal knowledge organization practices to simulate scenarios in corporate contexts and to test how different paradigms affect usability and reusability.

The expected outcome is a synthesized set of principles for designing corporate knowledge bases that prioritize navigation and connectivity, enabling efficient knowledge reuse and intuitive interaction. These principles can inform the development of corporate repositories, project databases, and personal knowledge systems, ensuring that organizational experience is preserved, accessible, and actively leveraged.

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF CUTOUT AND MIXUP AUGMENTATION IN THE TASK OF SMALL OBJECT DETECTION

I.S.Semenin
Scientific supervisor – Sokolova O.V., Senior Lecturer

The task of small object detection presents a significant challenge in modern computer vision systems, as objects occupying only a few pixels often lack sufficient distinctive features for accurate localization and classification. Model performance heavily depends on the quality and diversity of training data. To address this, data augmentation techniques are widely employed to increase robustness and generalization. Among these, CutOut and MixUp have emerged as effective regularization strategies, yet their specific impact on detecting small-scale objects remains insufficiently studied [1].

The aim is to analyze the effectiveness of CutOut and MixUp for small object detection and evaluate their impact on model performance. The main tasks are: to examine the principles of CutOut and MixUp; to analyze specific challenges of small object detection in relation to data augmentation; to study conditions under which these methods improve or degrade accuracy; and to determine factors influencing the selection of augmentation parameters.

In small object detection, augmentation techniques increase training data diversity and improve model generalization. Effectiveness depends on object size distribution, baseline architecture, and parameters such as mask size (CutOut) and interpolation coefficient (MixUp). The study is based on a comparative analysis of these methods, including their impact on feature learning, robustness to occlusions, and risk of suppressing small object features.

CutOut randomly masks square regions of an input image, forcing the model to focus on contextual features and preventing overfitting to specific patterns. However, for

small objects that already occupy minimal image area, aggressive pixel removal may destroy the target entirely, rendering it unusable for training [2].

MixUp generates training samples by linear interpolation of image pairs and their labels, encouraging linear behavior between examples. While this improves generalization in classification, linear interpolation can blur small objects into the background, potentially degrading detection precision.

A comparative analysis reveals a trade-off between regularization benefits and preservation of critical information. Preliminary evaluations indicate that indiscriminate application of CutOut and MixUp does not consistently yield positive results for extremely small objects. Effective implementation requires careful selection of mask scale for CutOut and mixing coefficient for MixUp to avoid complete suppression of target features.

The choice of augmentation method significantly impacts small object detection performance. Proper selection of strategies, tailored to dataset characteristics and object scale distribution, can greatly improve robustness and generalization. Understanding CutOut, MixUp, and their interaction with small object features is essential for applications such as satellite imagery analysis, autonomous driving, and industrial inspection.

References

1. Shorten C., Khoshgoftaar T. M. A survey on image data augmentation for deep learning // Journal of Big Data. – 2019. – Vol. 6, No. 1. – P. 1–48.

2. DeVries T., Taylor G. W. Improved regularization of convolutional neural networks with cutout // arXiv preprint arXiv:1708.04552. – 2017.

VIDEO COMPRESSION ALGORITHMS: PRINCIPLES, STANDARDS AND MODERN TRENDS

N.I. Senichkin
Scientific supervisor – Sokolova O.V., Senior Lecturer

The rapid development of multimedia technologies has led to the widespread use of digital video across various fields, including streaming platforms, video surveillance systems, telemedicine, virtual and augmented reality, as well as video conferencing. However, video data is characterized by large volumes, which creates challenges for storage, transmission, and real-time processing, especially under conditions of limited bandwidth and hardware resources. In this regard, efficient video compression algorithms play a crucial role in modern information systems.

The aim of this work is to analyze key video compression algorithms and standards, as well as to evaluate their principles, advantages, limitations, and areas of application. Video compression is based on reducing three types of redundancy: spatial, temporal, and psychovisual. Spatial redundancy arises from the correlation between neighboring pixels, temporal redundancy from similarities between consecutive frames, and psychovisual redundancy from the characteristics of human visual perception.

To eliminate these types of redundancy, a combination of methods is used, including the discrete cosine transform for conversion into the frequency domain, motion estimation and compensation for predicting changes between frames, quantization for reducing data precision, and entropy coding techniques such as Huffman coding and

context-adaptive arithmetic coding. These methods form the basis of most modern video compression systems.

The work examines both intra-frame and inter-frame compression approaches. Intra-frame compression processes each frame independently and is widely used in image-based compression algorithms. Inter-frame compression exploits temporal dependencies between frames, significantly improving compression efficiency. Particular attention is paid to motion estimation methods, including block-based search algorithms and optical flow techniques, which provide accurate motion representation with acceptable computational costs.

A comparative analysis of major video compression standards such as widely used H.264/AVC codec, the H.265/HEVC, free codecs VP9 and AV1, the H.266/VVC is conducted.

In addition to traditional approaches, modern research focuses on neural network-based compression methods such as autoencoders, deep learning-based motion estimation techniques, and learned probabilistic models, which can improve compression efficiency and perceptual image quality. However, these methods are currently limited by high computational complexity and lack of standardization.

In conclusion, video compression remains an important area of digital signal processing that requires a balance between compression ratio, image quality, computational complexity, and hardware compatibility. A promising direction for future development is the integration of classical methods with machine learning approaches, which can enhance the efficiency of video compression systems.

ANALYSIS OF EXISTING OBJECT IDENTIFICATION METHODS BASED ON VISUAL AND TEXTUAL FEATURES

A.V. Stakhovskiy
Scientific supervisor – Sokolova O.V., Senior Lecturer

Object identification is a core task in computer vision and intelligent information systems. It is required in robotics, video surveillance, medical image analysis, industrial inspection, and document processing. Classical approaches solve this task using only visual features extracted from images by convolutional or transformer-based backbones. These methods demonstrate high accuracy in closed datasets with predefined classes, but they are limited in open-world scenarios where object categories and descriptions may change dynamically. This limitation has motivated a transition from unimodal pipelines to multimodal methods that combine image content with natural-language descriptions [1].

Existing methods can be grouped into three major families. The first family includes visual-only detectors and classifiers, where textual information is used only at the final labeling stage. These models are fast and stable in controlled conditions but require class-specific retraining when the ontology changes. The second family includes joint embedding methods that map images and text into a shared semantic space. Such models support zero-shot recognition and can identify previously unseen categories using textual prompts. The third family includes grounded vision-language detectors that align regional visual features with text tokens and are therefore more suitable for open-set object detection and phrase-level localization [1, 2].

A comparative analysis shows that multimodal methods provide higher semantic flexibility and better transferability across domains. In practical terms, they enable category expansion without full retraining, simplify adaptation to new application areas, and improve human-machine interaction through natural-language queries. Their quality is usually evaluated by a combination of metrics: mAP and IoU for localization accuracy, Recall for open-set coverage, and zero-shot accuracy for semantic generalization. At the same time, these methods remain sensitive to prompt formulation, domain shift, and annotation noise in web-scale pretraining corpora. Another unresolved issue is the trade-off between localization precision and computational efficiency, especially for real-time systems [2].

Thus, object identification based on combined visual and textual features is currently one of the most promising directions in computer vision. The current stage of development indicates that the best results are achieved by architectures that jointly optimize semantic alignment and spatial grounding. In applied systems, the most effective strategy is a hybrid pipeline: visual pre-filtering for speed and text-guided refinement for category flexibility. Further progress is expected from robust prompt engineering strategies, efficient multimodal training schemes, and domain-adaptive calibration procedures that reduce performance degradation in specialized datasets.

References

1. Radford A., Kim J.W., Hallacy C., et al. Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision, in: Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning (ICML), 2021, pp. 8748-8763.

2. Liu S., Zeng Z., Ren T., et al. Grounding DINO: Marrying DINO with Grounded Pre-Training for Open-Set Object Detection [Electronic resource]. URL: https://arxiv.org/abs/2303.05499 (accessed: 20.03.2026).

A STUDY ON SPATIAL-FREQUENCY CHARACTERISTICS OF RASTER IMAGES FOR COMPRESSION TASKS

M.V. Surma
Scientific supervisor - Sokolova O. V., Senior Lecturer

In the context of the rapid growth of visual data across global networks, the efficient compression of raster information has become a critical necessity. The actuality of this research is rooted in the ongoing demand for a balance between storage capacity and transmission throughput. As signal theory evolves, it becomes clear that optimization should move beyond isolated frame-by-frame processing. Instead, treating video streams as unified sequences allows for the exploitation of inter-frame correlations, which is essential for minimizing data redundancy in modern communication systems.

The primary aim of this work is to investigate the spatial-frequency properties of raster images to optimize their representation for compression applications. To achieve this, the study focuses on several key tasks: evaluating practically grounded forms of image representation—such as two-dimensional functions, frequency spectra, and bit-plane slicing—and demonstrating methods for manipulating these representations. By identifying essential versus non-essential components, the research seeks to provide a

theoretical and practical foundation for algorithms that can adapt to specific operational requirements regarding image quality and data volume.

The methodology is based on the mathematical formalization of an image as a two-dimensional discrete function of brightness. The central tool for analysis is the Discrete Fourier Transform (DFT) [1], which is used to transition data from the spatial domain to the frequency domain. To ensure accuracy and prevent spectral leakage, the author employs windowing functions, specifically the Hann and Hamming windows [2]. Furthermore, the work utilizes gradient analysis to identify regions of rapid intensity change and bit-plane slicing to decompose the image into binary matrices. All simulations, including the application of median and high-frequency filters [3], were conducted using the MATLAB environment to ensure rigorous computational verification.

The results of the investigation demonstrate that the majority of visually significant information is concentrated in the low-frequency components, whereas high-frequency data, often containing noise, can be coarsely encoded or removed with minimal perceptual loss. A significant finding is that while amplitude indicates the strength of components, the phase of the signal contains the fundamental structural information of the image [4]. Additionally, the analysis of bit-plane slicing shows that the Most Significant Bit (MSB) plane is the most effective for boundary and contour analysis. The research concludes that excluding lower-order bit-planes and focusing on essential frequency components significantly increases processing speed. Ultimately, a hybrid approach combining spectral and spatial analysis offers the most flexible framework for developing efficient compression algorithms.

References

1. Harris, F. On the Use of Windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transform // Proceedings of the IEEE. 1978. Vol. 66 (1). P. 51-83.

2. Windowing functions [Electronic resource]. URL: https://ru.dsplib.org/content/windows/windows.html.

3. Generalization of the median filter. Habr. URL: https://habr.com/ru/articles/114551/.

4. Fundamentals of spatial and frequency image processing. Yandex Lectures. Habr. URL: https://habr.com/ru/companies/yandex/articles/254249/.

COMPARATIVE STUDY OF RELATIONAL AND NON-RELATIONAL DATABASES

A.A. Uchuvatova

Scientific supervisor – Sokolova O. V., Senior Lecturer

In the modern digital era, the volume and variety of data are growing exponentially. Traditional relational database management systems (RDBMS) face challenges when dealing with Big Data, unstructured content, and the need for high horizontal scalability. This has led to the active development of non-relational (NoSQL) databases that offer alternative data storage and management models. The widespread adoption of NoSQL solutions in areas such as social networks, telecommunications and

real-time analytics makes a comparison of relational and non-relational databases highly relevant for both academic research and practical software development.

The aim of this study is to perform a comparative analysis of relational and non-relational databases, identifying their features, advantages, limitations, and optimal application domains.

To achieve this aim, the following tasks were set:

1. To analyse the principles of relational databases.
2. To classify the main types of NoSQL databases and describe their characteristics.
3. To compare relational and non-relational paradigms.

The research was conducted as a literature-based comparative study. The analysis of relational databases was based on E.F. Codd's relational model, normalisation theory, ACID transaction properties, and SQL query mechanisms. For NoSQL databases, the typology proposed by Fowler and Sadalage and expanded by Redmond and Wilson was used. Four main NoSQL types were examined: key-value stores, column-family stores, document-oriented databases, and graph databases.

For each database type, the following parameters were evaluated:data model and storage structure, query mechanisms and API, horizontal vs. vertical scalability approach, consistency guarantees, typical use cases.

The comparison matrix included criteria such as schema flexibility, support for complex queries, transaction integrity, ease of horizontal scaling, and performance under read-intensive vs. write-intensive workloads.

The analysis confirmed that relational databases provide a mathematically rigorous model with strict data integrity through primary and foreign keys, normalization, and full ACID transactions. They offer powerful, standardised SQL that supports complex joins and aggregations. However, their major limitations are the difficulty of horizontal scaling, rigid predefined schema, and performance degradation with many-to-many joins.

Non-relational databases were classified into four types:

- Key-value stores (e.g., Redis): extremely fast read/write by key, no query language, ideal for caching and session storage.
- Column-family stores (e.g., Cassandra): optimised for write-intensive workloads, time-series data, and logs; support tunable consistency and TTL.
- Document-oriented databases (e.g., MongoDB): flexible schema, nested structures, rich queries; widely used for content management and user profiles.
- Graph databases (e.g., Neo4j): nodes, edges, and properties; native traversal performance; perfect for social networks, recommendations, and fraud detection.

From the performed comparative analysis, it can be concluded that relational and non-relational databases are not mutually exclusive alternatives but complementary tools. Relational databases remain the "gold standard" for applications requiring strong consistency, complex transactions, and structured data with well-defined relationships. NoSQL databases excel in scenarios demanding horizontal scalability, high write throughput, flexible schemas, or relationship-intensive queries.

The key practical implication is that modern information systems increasingly adopt polyglot persistence – using multiple database types within a single application, each optimised for its specific sub-task. The choice of database should be driven by data characteristics, access patterns, consistency requirements, and scalability needs.

RESEARCH ON AUTHENTICATION METHODS IN INTELLIGENT ACCESS CONTROL SYSTEMS

D.A. Amelina
Scientific supervisor – Yesenina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

In the context of corporate security digitalization, the traditional mechanical methods of key storage and issuance (cabinets, logbooks) demonstrate high loss risks (up to 10–20% annually), lack of audit trails, and vulnerability to insider threats. Intelligent Key Management Systems (electronic key cabinets – EKMS) provide automated accounting, RFID tracking, and integration with Physical Access Control Systems (PACS) [3]. However, a user authentication remains the critical security link. Its compromise can nullify all the advantages of EKMS [2]. The relevance of this work is driven by the increasing physical security requirements at industrial, logistics and office facilities.

Aim and Tasks

The aim of the study is to analyze modern authentication methods in intelligent access control systems for physical keys, to evaluate their effectiveness and to develop the recommendations for selection and improvement. The main objectives include: the classification of authentication methods (PIN, RFID/NFC, biometrics), the identification of their vulnerabilities and operational issues, the comparative analysis and the formulation of the practical recommendations for an enterprises.

Methods

The research is based on the analysis of the regulatory frameworks, the review of the commercial solutions (Traka, KeyGuard, Violanta, ecos systems) [3] and the comparative analysis of methods according to the criteria of security, usability, speed, cost and attack resistance. A risk-based approach was applied for the small, medium and large enterprise scenarios.

Results

The study revealed the following results:

– PIN codes and RFID cards (single-factor) are inexpensive and convenient, but vulnerable to the shoulder surfing, cloning, and social engineering [2].

– Biometrics (fingerprints, face) provide the high security, but suffer from the false rejection rates, spoofing, and privacy issues [1].

– Multi-factor authentication (RFID+PIN or RFID+biometrics) provides the maximum protection but increases the authentication time and system cost by 30–70%.

– According to the implementation case studies, transitioning to EKMS with MFA reduces the key losses by 92–94% [3].

The recommendations: for small enterprises – PIN or RFID; for medium-sized enterprises – two-factor RFID+PIN; for critical infrastructure – MFA with biometrics and liveness detection.

Conclusion

No method is absolutely secure, but the combined approaches provide a balance of security and convenience. Two-factor solutions with gradual migration to biometrics and mobile technologies are most effective for the majority of enterprises. The practical significance of the work lies in the possibility of using the recommendations when selecting and upgrading key management systems to reduce the risks of the unauthorized access and financial losses.

References

1. Abdullaev, A. A., & Abdullaev, A. A. (2018). Biometric Authentication: Methods and Technologies. Modern Information Technologies and IT-Education, Vol. 14, No. 3, pp. 512–518. (in Russian)

2. Sabanov, A. G. (2015). Overview of Identification and Authentication Technologies. Inside, (3), pp. 44–52. (in Russian)

3. Traka: Intelligent Key and Equipment Management Systems. Official website of ASSA ABLOY (Traka) [Electronic resource]. – Access mode: https://www.traka.com (date of request: 01.04.2026).

COLUMNAR DATABASES: OPTIMIZATION OF ANALYTICAL SYSTEMS IN THE CONTEXT OF DATA GROWTH

Y.A. Bloshkin
Scientific Supervisor – Yesenina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

In the era of digital transformation, the exponential growth of data volume necessitated efficient analytical tools. The global database market was projected to reach $150.38 billion in 2025, with a CAGR of 14.21% through 2030. The traditional row-oriented databases (OLTP) faced performance limitations in analytical processing (OLAP) due to high I/O operations. Columnar databases, which store data by columns rather than rows, offered a solution by enabling vectorized processing, high compression rates (up to 10x space savings), and significantly faster query performance for aggregation and filtering. The columnar DBMS software market was estimated at $1.812 billion in 2024 and was expected to grow to $5.670 billion by 2033 (CAGR ~7.8%), which highlighted the relevance of studying these systems for modern big data analytics [1].

Aim and Tasks

The aim of this work was to investigate column-oriented databases for optimizing analytical systems in the face of growing data volumes.

To achieve this aim, the following tasks were defined:

1. Justify the relevance and formulate research objectives.
2. Collect initial data and select literature sources.
3. Review and classify existing columnar DBMS.
4. Investigate architectural features and key technologies of columnar DBMS.
5. Analyze performance enhancement methods in columnar databases.
6. Conduct a comparative analysis of existing columnar databases.

Methods

The research was based on a systematic review and comparative analysis of columnar database technologies. The key methods included the study of data compression techniques (Run-Length Encoding, Dictionary Encoding, Bitmap Indexing), vectorized processing using SIMD instructions, and indexing structures (B-tree, Bitmap) [2]. A comparative analysis of open-source (ClickHouse [3], Greenplum), commercial (HP Vertica), and cloud-based (Snowflake) columnar systems against the traditional row-oriented DBMS (PostgreSQL, SQL Server) was performed using parameters such as storage architecture, data scale, compression, workload type, query speed, infrastructure management, JSON support, and total cost of ownership.

Results

The columnar databases achieved a 50-100x speedup on analytical queries compared to row-oriented systems. ClickHouse demonstrated extreme performance (1 billion rows/sec, 0.6-0.8 sec on 800M rows vs. 40-60 sec in PostgreSQL). Greenplum provided an MPP architecture for distributed processing (100+ TB). HP Vertica targeted enterprise OLAP with high reliability. Snowflake offered automated multi-cloud analytics with decoupled storage and compute. Row-oriented systems (PostgreSQL, SQL Server) remained optimal for OLTP transactions. The analysis confirmed that columnar storage, compression, and SIMD vectorization were key technologies enabling high-performance analytics.

Conclusion

All research tasks were completed: the relevance was justified, sources were collected, the classification and architectural features of columnar DBMS were investigated, performance methods were analyzed, and a comparative analysis was performed. The aim of the work - to investigate columnar databases for optimizing analytical systems under growing data volumes - was achieved. Columnar databases represent a fundamental shift in data architecture, essential for petabyte-scale analytics, real-time decision-making, and digital transformation across finance and e-commerce.

References

1. Columnar Database Market Research Report 2033 [Electronic resource]. – URL: https://dataintelo.com/report/columnar-database-market (accessed: 12.03.2026).

2. Mike Stonebraker, Daniel Abadi, Adam Batkin, Xuedong Chen, Mitch Cherniack, Miguel Ferreira, Edmond Lau, Amerson Lin, Sam Madden, Elizabeth O'Neil, Pat O'Neil, Alex Rasin, Nga Tran, Stan Zdonik. C-Store: A Column-oriented DBMS // Proceedings of the 31st international conference on Very large data bases. — 2005. — P. 553-564.

3. ClickHouse Docs | ClickHouse Docs [Electronic resource]. – URL: https://clickhouse.com/docs/ru (accessed: 12.03.2026).

COMPARISON OF SPEECH SEGMENTATION METHODS FOR VIDEO CONFERENCE TRANSCRIPTION TASKS

I.A. Vetrintsev

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Voice activity detection (VAD) is an important preprocessing step for automatically transcribing video conferences. In real-world conferencing, audio signals are degraded by compression codecs, network lags, and background noise. This paper compares three VAD methods suitable for CPU-based deployment: energy-based thresholding, WebRTC VAD, and the neural-based Silero VAD [1].

The energy-based method computes short root mean square (RMS) energy per frame (20 ms) and applies a fixed threshold. It does not require external libraries and has minimal time and computing cost. WebRTC uses a Gaussian mixture model with spectral features and adaptive noise estimation, offering a safe statistical baseline. Silero VAD is a two-layer LSTM trained on over 6000 hours of multilingual speech; [2].

The experiments were performed on 120 simulated conference recordings (1–10 min each, 1–4 speakers). Speech samples came from LibriSpeech and own sources, noise from

MUSAN. We considered three signal to noise ratio conditions: clean (>30 dB), moderate (15–30 dB), and noisy (<15 dB). All audio recordings were encoded and decoded at 48 kbit/s to reproduce realistic codec artifacts. Ground truth labels were obtained from original clean speech tracks and manually verified.

The evaluation metrics included precision, recall, F1 score, and false positive rate. The latency was measured on an Intel Core i5 12400H CPU, expressed as the time in milliseconds required to process one second of audio.

Table 1 – Overall comparison

Method	Precision (%)	Recall (%)	F1 (%)	Latency (ms/s)	False positives (%)
Energy	78.3	82.1	80.1	4.2	18.7
WebRTC	86.5	88.4	87.4	8.6	11.3
Silero VAD	93.1	91.7	92.4	14.3	5.8

Among the methods, Silero VAD gives the highest F1□score (92.4%) and the lowest false positive rate (5.8%), but it also has the highest latency. The energy□based method is more than three times faster (4.2 ms/s), although it produces nearly three times as many false positives. Linear regression over the three experimental points (latency L vs. F1) gives:

$$F1 = 1.18 * L + 75.94 \ (R^2 = 0.967)$$

Each additional millisecond of processing latency corresponds to an approximately 1.18% increase in F1-score. This relationship holds within the 4–15 ms/s range and can serve as a design guideline for system integrators.

The choice of VAD method depends on the deployment scenario. For quiet, controlled environments with strict latency constraints, the energy method or WebRTC VAD is sufficient. For general□purpose video conferencing with varying levels of background noise, Silero VAD is a good choice if latencies up to 15 ms/s are acceptable. Future work should validate these findings on real conference recordings and investigate adaptive thresholding.

References

1. Belov S.V., Katunin S.S. Hybrid technique of speech signal noise reduction for video conferencing system. - Vestn. Astrakhan State Technical Univ. Ser. Management, Computer Sciences and Informatics. 2023. – 36 p.

2. Suvorov D.A, Zhukov R.A, Tsetserukov D.O, Zenkevich S.L. Audiovisual Voice Activity Detector Based on Deep Convolutional Neural Network and Generalized Cross-Correlation. - Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie. 2018. 53–57 p.

MARKET REVIEW OF MODERN AI ACCELERATORS

A.K. Volikova
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

The development of multimodal models and the implementation of deep reasoning impose increasingly high demands to the computing power. These tasks require neural accelerators—specialized chips (e.g., Graphics Processing Units (GPUs), Tensor Processing

Units (TPUs), and Neural Processing Units (NPUs))—which train and deploy neural networks many times faster and more efficiently than conventional central processing units. The neural accelerators market is becoming critically important for the IT industry, as evidenced by a 44% increase in global spending compared to 2024 [1].

Aim

To conduct a comparative analysis of the key architectural solutions and market positions of leading neural accelerators manufacturers in 2025–2026.

Tasks

1. To classify modern neural accelerators by architecture type
2. To analyze the market shares of major manufacturers;
3. To evaluate the development prospects of the Edge AI (peripheral computing) segment.

Methods

The study utilizes the desk research method—the analysis of already published open-source data without conducting independent experiments. The information base consists of reports from leading analytical agencies (Gartner, Morgan Stanley, Deloitte, TrendForce), as well as technical specifications of new chips from official press releases. The comparative and systems analysis were applied to assess market positions and technological trends within the neural accelerators sector.

Results

In 2026, the neural accelerators market is divided into three main sectors:

1. The Performance Leaders for Data Centers. NVIDIA dominates here with its Rubin architecture. Key parameters: 288 gigabytes of ultra-fast HBM4 memory and a performance of 50 quadrillion operations per second (PFLOPS) during the deployment of finished neural networks [2]. The second supplier is AMD with the Instinct MI400 series, which offers up to 432 gigabytes of HBM4 memory and 40 quadrillion operations [3].

2. The Cloud Custom Chips (ASIC). Large companies are creating their own neural accelerators to reduce dependence on NVIDIA. Google released TPU Ironwood: a single chip delivers 4.6 trillion operations per second. Amazon introduced Trainium 3 (2.5 quadrillion operations per chip), and Microsoft launched Maia 200 (over 10 quadrillion operations) [4].

3. The Peripheral Computing (Edge AI). This involves executing AI tasks directly on the device (smartphone, laptop, camera) using specialized neural accelerators without sending data to the cloud. According to market analysis, the market for such chips will exceed 80 billion dollars by 2036 [5].

Conclusion

The analysis reveals that for the period of 2026, NVIDIA remains the leader in the production of GPUs for neural network solutions, but Google, Amazon, and Microsoft are actively transitioning to proprietary ASIC neural accelerators. It should also be noted that the growth in performance of neural blocks in smartphones to 100 trillion operations per second and the emergence of compact language models allow for local AI execution. This reduces latency, increases data privacy, and offloads cloud servers.

References

1. Gartner (2026). Gartner Says Worldwide AI Spending Will Total $2.5 Trillion in 2026. [Electronic resource] — URL: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2026-1-15-gartner-says-worldwide-ai-spending-will-total-2-point-5-trillion-dollars-in-2026

2. Wccftech (2026). NVIDIA Vera Rubin: 288 GB HBM4, 50 PFLOPS Inference. [Electronic resource] — URL: https://wccftech.com/nvidia-vera-rubin-achieves-40-million-times-more-compute-in-10-years/

3. Phoronix (2025). AMD Instinct MI400 Series Preview: 432 GB HBM4, 40 PFLOPS. [Electronic resource] — URL: https://www.phoronix.com/news/AMD-Instinct-MI400-Preview

4. SDxCentral (2026). Google Unveils Seventh-Generation TPU Ironwood. [Electronic resource] — URL: https://www.cnbc.com/2025/11/06/google-unveils-ironwood-seventh-generation-tpu-competing-with-nvidia.html?msockid=22722e0b6f7c6b23231039216ea06aeb

5. GII Research (2026). *Edge AI Chips Market Forecast 2026-2036 ($80+ Billion by 2036)*. [Electronic resource] — URL: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/edge-artificia-intelligence-chips-market

METHODS FOR DETECTING AMBER DEFECTS USING AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

N.S. Volosatova
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

The development of artificial intelligence technologies has had a significant impact on almost all areas of human life. Thanks to them, the possibilities of automating the processes of analysis and control of materials have expanded.

One of the interesting and promising directions is the application of artificial neural network for the recognition of defects in natural and processed materials. This article examines the flaws of amber.

Amber is a unique natural material. It may have defects that significantly affect the market value of raw materials and products, complicate processing, and often lead to defects.

Artificial neural networks are a powerful tool that allows you to process images and identify patterns in them. They are able to learn from a variety of examples, ensuring the effectiveness of solving problems of defect analysis.

The purpose of the work: to study methods for recognizing amber defects using an artificial neural network.

Tasks:

1. To analyze modern methods of amber quality control and identify their main advantages and disadvantages;

2. To investigate modern machine learning methods and the features of using artificial neural networks in computer vision tasks.

Classical methods of amber quality assessment are based on visual inspection by specialists using optical devices and physico-chemical technologies.

The advantages of classical methods are accessibility, cheapness, and a direct visual representation of the condition of the material.

Disadvantages: subjectivity of the expert assessment, high labor intensity with a large volume of samples, and the length of the process.

Due to these shortcomings, it became necessary to develop automated systems that ensure accurate, efficient and prompt diagnosis of defects.

A method for analyzing amber defects based on an artificial neural network is proposed.

Advantages of using neural networks:

- improved recognition accuracy (detection of both explicit and hidden defects);
- significant increase in data processing speed;
- the transition from subjective expert assessment to objective analysis;
- increasing the level of production automation.

The developed systems can be integrated into amber sorting and processing lines, which reduces manual labor costs and increases overall productivity.

The use of artificial neural networks in the problem of amber defect recognition is an effective and promising area that contributes to the development of intelligent technologies in the field of materials analysis.

For further study, it is recommended to create a suitable neural network structure and create an extended training dataset containing all the necessary cases.

COMPARATIVE ANALYSIS OF MODERN MICROCONTROLLER PLATFORMS FOR SMART HOME SYSTEMS

A.A. Gvozdkov
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

The smart home systems require the distributed computing nodes with low power consumption, wireless connectivity and sufficient performance for sensor data processing [1, 2]. Choosing the right microcontroller platform affects the system cost, scalability, and energy efficiency, making a comparative analysis necessary.

Aim and tasks

The aim is to compare modern microcontroller platforms for the smart home applications. The tasks: are to classify the platforms by the architecture, to analyze their connectivity and power modes, to evaluate the real-time capabilities, and to formulate selection recommendations.

Methods

The following methods were applied: analysis of datasheets and literature [1–4] to identify comparison criteria; comparative analysis of the three platforms (8-bit AVR, ESP32, RP2040) by architecture, power consumption, Wi-Fi/BLE support, and RTOS; classification to group the platforms by use cases; and synthesis of the results to formulate recommendations

Results

All platforms are suitable for smart home nodes but target different roles. The 8-bit AVR has low power consumption but lacks built-in wireless and RTOS, requiring external modules. ESP32 features dual cores, FreeRTOS, and Wi-Fi/BLE, making it ideal for gateways and MQTT brokers. Raspberry Pi Pico offers moderate power draw and unique PIO for custom protocols, but its TCP/IP stack is less stable than ESP-IDF.

Table – Microcontroller platform comparison

Criterion	Arduino (AVR)	ESP32	Raspberry Pi Pico
Architecture	8-bit	32-bit, dual-core	32-bit, dual-core
Built-in Wi-Fi/BLE	No	Yes	On selected versions
Power consumption (active)	Low	High	Moderate
RTOS support	No	FreeRTOS (built-in)	FreeRTOS / Zephyr

Conclusion

The study compares three classes of microcontroller platforms for smart home systems. The recommendations: are ESP32 for central controllers and gateways, Raspberry Pi Pico for battery-powered nodes with complex I/O timing, and 8-bit AVR for educational or fully wired projects. The results can guide platform selection in smart home system design.

References

1. ESP32 Series Technical Reference Manual. Espressif Systems, 2023.
2. RP2040 Datasheet. Raspberry Pi Ltd., 2023.
3. ATmega328P Datasheet. Microchip Technology Inc., 2022.
4. Lee J., Kim H. Performance Comparison of IoT Platforms for Smart Home Gateways // IEEE Internet of Things Journal. 2022. Vol. 9. No. 15. P. 13820–13832.

USING THE CONSTRUCTIVE REPRESENTATION METHOD (C-REP) IN CREATING 3D PRIMITIVES IN FREECAD

M.Y. Gorenyshev
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Modern mechanical engineering and industrial design require effective methods of parametric 3D modeling. The Constructive Representation Method (C-Rep) is a fundamental technology that makes it possible to create complex objects from simple geometric primitives using Boolean operations. In the context of import substitution and the transition to domestic software, the study of the capabilities of the freely distributed FreeCAD system using the OpenCascade core is of particular importance. While many CAD systems rely on closed formats, FreeCAD provides open access to C-Rep management through Python scripting.

Aim and tasks

The aim of this work is to analyze the effectiveness of using C-Rep to create 3D primitives in FreeCAD. The research tasks include: studying the structure of geometric primitives (cube, cylinder, sphere), implementing algorithms for their parametric generation, as well as evaluating the accuracy of the resulting solid-state models.

Methods

The research is based on the analysis of the source code of the Part module and experimental modeling. FreeCAD stores geometry in the Boundary Representation (BREP) format via the OpenCascade core. To generate primitives, the built-in Python interface is used, where each object is created as a Part::Feature. During the experiments, scripts were written to create standard primitives with specified sizes and then perform Boolean operations (union, subtraction, intersection) [1,2].

Results

It has been experimentally confirmed that C-Rep in FreeCAD makes it possible to create parametric models with high accuracy determined by a mathematical core rather than a polygonal grid. Scripts have been developed that automate the creation of parametric models (for example, a "table" of cubes and cylinders) using the Cut and Fuse operations. It is established that this approach ensures the complete indestructibility of the editing history (parametric history), which is critical for engineering calculations. However, limitations have been identified: incorrect execution of some complex Boolean operations requires manual topology adjustments.

Conclusion

The Constructive Representation Method (C-Rep) in FreeCAD is a powerful tool for creating machine-building 3D models. The combination of OpenCascade's open core and the flexibility of Python scripts makes FreeCAD a competitive alternative to commercial CAD in parametric modeling tasks, despite the need to refine algorithms for complex Boolean operations.

References

1. Yu, F. Learning structured representations of 3D CAD models. Simon Fraser University, 2024, 130 p.

2. Tzoumas G., Michelucci G. Extending CSG with projections: Towards formally certified geometric modeling. Computer-Aided Design, 2015, Vol. 66, pp. 45-54.

INVESTIGATION OF ERROR RETURN MECHANISMS IN MODERN PROGRAMMING LANGUAGES TOOLKITS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF C++, RUST, AND GO

N.V. Gudinov

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality.

In modern applications, when an error reaches a user or log, it is often impossible to understand its root cause: standard stack traces show call sequences but not variable values, parameters, or system state at each stage [1]. An ideal error should contain exhaustive context — the full call chain with meaningful data from every level (e.g., SQL query, parameters, host name). Preserving this information during error propagation across module boundaries is critically important.

Aim and Tasks

The aim is to analyze error return mechanisms in C++, Rust, and Go, and justify the choice of platform for a framework enabling full error context aggregation. Tasks

include: identifying comparison criteria, analyzing each language, performing comparative assessment, and formulating conclusions.

Methods

Theoretical methods (comparative analysis, systematization) are applied. Criteria: base model, handling explicitness, context standardization, execution context integration, entry barrier.

Results

C++: Exceptions generate stack traces, but context enrichment during propagation is absent; C++23 introduces std::stacktrace, but natural execution context integration remains missing.

Rust: Result<T, E> with libraries like error-stack enables typed errors with context, but ecosystem fragmentation and high complexity create a steep entry barrier [2].

Go: Built-in wrapping (%w, errors.Is/As) plus the context package allow natural, linear error enrichment with low entry barrier [4].

Conclusion

C++ offers power but lacks natural context integration. Rust provides rich capabilities but suffers from complexity and fragmentation. Go, with its explicit handling, built-in wrapping, and context package, represents the most balanced platform for a universal contextual error framework [3].

References

1. McConnell, S. Code Complete: A Practical Handbook of Software Construction. 2nd ed. Microsoft Press, 2004. 960 p. (Chapter 8: Defensive Programming).

2. Matsakis, N. D., Klock, F. S. The Rust Language. ACM SIGAda Ada Letters, 2014, vol. 34, no. 3, pp. 103–104.

3. Donovan, A. A. A., Kernighan, B. W. The Go Programming Language. Addison-Wesley, 2015. 400 p.

4. blugnu/errorcontext. A Go package providing an error implementation that wraps an error together with a context.Context [Electronic resource]. – URL: https://pkg.go.dev/github.com/blugnu/errorcontext@v0.3.0 (accessed: 31.03.2026).

COMPARISON OF MESSAGE QUEUE SYSTEMS: DATABASE QUEUES, KAFKA, AND MESSAGE BROKERS

V.V. Dikun

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Modern distributed systems use message queues to ensure reliable communication between services. As system complexity grows, the choice of queue technology becomes critical because different solutions provide different levels of performance, scalability, and reliability.

Aim and Tasks

The aim of this work is to compare message queue systems and determine their optimal use cases. The tasks include analyzing database queues, message brokers, and Kafka, as well as identifying their advantages and application scenarios.

Methods

The study is based on the comparative analysis using key criteria such as performance, scalability, fault tolerance, and integration complexity.

Results

Database queues are simple to implement and provide strong consistency, but they scale poorly and increase database load. Message brokers such as RabbitMQ offer flexible routing and reliable delivery, making them suitable for medium-load systems, although they require additional infrastructure. Kafka is designed for the high-throughput systems and provides scalability and real-time processing, but it is more complex to operate. Each solution is effective depending on system requirements.

Conclusion

The choice of a queue system depends on the specific use case. Database queues are suitable for simple tasks, message brokers for flexible communication, while Kafka is for high-load systems. The proper selection of technology improves system performance and reliability.

References

1. Kleppmann M. *Designing Data-Intensive Applications*. — O'Reilly Media, 2017.

2. Kreps J., Narkhede N., Rao J. *Kafka: A Distributed Messaging System for Log Processing*. — LinkedIn, 2011.

3. Videla A., Williams J. *RabbitMQ in Action*. — Manning Publications, 2012.

4. PostgreSQL Global Development Group. *PostgreSQL Documentation*. — Available at: https://www.postgresql.org/docs/

5. Apache Software Foundation. *Apache Kafka Documentation*. — Available at: https://kafka.apache.org/documentation/

A STUDY OF THE INFLUENCE OF NOISE-RESISTANT CODING ON THE RELIABILITY OF TARGET DESIGNATION TRANSMISSION IN SHORTWAVE CHANNEL CONDITIONS

N.A.Elcin

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Mobile target designation devices based on Arduino with radio modules like nRF24L01 or LoRa are used in low-budget situational awareness systems. The radio channel is vulnerable to interception and spoofing. The target coordinates require cryptographic protection. AES in CBC mode is the standard solution, but Arduino has limited RAM (2 KB) and clock speed (16 MHz). The choice between 128-bit and 256-bit keys is critical for device performance and battery life. There is a lack of experimental performance data for these algorithms on Arduino.

Aim and Tasks

The aim is to compare of experimentally AES-128-CBC and AES-256-CBC on Arduino by encryption speed, decryption speed, RAM consumption, and energy efficiency for target designation transmission. The tasks include the building a test bench on Arduino Uno with both algorithms, measuring encryption and decryption time for 16, 32, and 64-

byte packets, measuring RAM usage for each algorithm, estimating relative energy consumption, and providing a justified recommendation for key length selection.

Methods

The hardware platform was Arduino Uno with 16 MHz clock speed, 2 KB of RAM, and 32 KB of flash memory. The software used the Arduino Cryptography Library providing optimized AES-CBC implementations for AVR architecture. Time measurement used the micros() function with 4 microsecond resolution over 1000 iterations per packet size. Packet sizes were 16, 32, and 64 bytes representing typical target designation volume. Memory measurement used the freeram() function to measure the difference in free heap memory before and after cryptographic context initialization. Energy estimation was indirect based on execution time assuming fixed 5V supply and 25 mA average current during computation. Encryption used randomly generated 128-bit and 256-bit keys with a random 16-byte initialization vector for each session.

Results

For a 64-byte target designation packet, AES-128-CBC encrypted in 1.10 milliseconds while AES-256-CBC took 1.89 milliseconds. Decryption took 1.11 and 1.91 milliseconds respectively. AES-256-CBC was 1.7 times slower overall. Regarding RAM consumption, AES-128-CBC used 360 bytes while AES-256-CBC used 616 bytes, which is 71 percent more. For a 2 KB device this difference is critical for stable operation alongside radio buffers and program code. AES-256-CBC consumed 1.7 times more energy per packet, meaning approximately 40 percent fewer packets can be transmitted on a single battery charge. For target designation data that remains relevant for only seconds or minutes, AES-128 provides sufficient cryptographic security.

Conclusion

AES-128-CBC is 1.7 times faster, uses 71 percent less RAM, and consumes 40 percent less energy than AES-256-CBC on the Arduino platform. The extra security margin of AES-256 offers no practical advantage for short-lived target designation data. For mobile target designation devices with secure radio channels based on Arduino, AES-128-CBC is the recommended choice. The results provide a quantitative basis for cryptographic algorithm selection in resource-constrained embedded systems.

References

1. Dworkin M. Recommendation for Block Cipher Modes of Operation: Methods and Techniques. NIST Special Publication 800-38A. National Institute of Standards and Technology, 2001.

2. Daemen J., Rijmen V. The Design of Rijndael: AES — The Advanced Encryption Standard. Springer-Verlag, 2002.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS FOR CNC MACHINE TOOL PATH OPTIMIZATION

A.S. Ermakov

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Modern manufacturing requires high efficiency in production lines. CNC machines play a central role in automating the fabrication of complex parts [1], yet conventional tool

path programming often leads to excessive machining time and accelerated tool wear. The application of AI methods, including nonlinear optimization and genetic algorithms, enables adaptive parameter planning and overcomes these limitations.

Aim and Tasks

The aim of this work is to develop an AI-based system for automatic selection of the optimal tool path, spindle speed, and feed rate on CNC machines while minimizing cycle time and preserving surface quality.

The main tasks of the study are:

– to formulate a mathematical model of the CNC tool path optimization problem;

– to investigate gradient descent and genetic algorithm methods for solving the problem;

– to develop a system accounting for tool geometry and material properties;

– to evaluate the proposed approach through simulation in the Siemens NX environment.

Methods

The study is based on a comparative analysis of two optimization approaches. The constrained gradient descent minimizes machining time t by iteratively updating the parameter vector θ = (T, S, F). A genetic algorithm (GA) complements this by exploring the global solution space through selection, crossover, and mutation operators applied to a population of candidate solutions [2]. A cutting force model $Fc = K \cdot A \cdot v^b$ links tool geometry and material properties to the optimization constraints, enabling dynamic adaptation of parameters for different workpiece materials.

Results

The simulation experiments were conducted in Siemens NX 2023. For parts of low, medium, and high geometric complexity, machining time was reduced from 15, 25, and 40 minutes to 12, 18, and 28 minutes respectively. Tool wear at feed rates of 100, 200, and 300 mm/min decreased from 20%, 35%, and 50% to 15%, 25%, and 35%. Overall, the proposed system reduces machining time by 20–30% and tool wear by 25% while preserving the required surface quality [3].

Conclusion

The integration of nonlinear optimization and genetic algorithms into CNC machining parameter selection yields significant improvements in production efficiency. The proposed system outperforms the traditional manual programming in terms of cycle time and tool durability, and is recommended for deployment in automated manufacturing environments.

Referenses

1. Groshev A.M. CNC Machine Programming. – Moscow: Mashinostroenie, 2015.- 320 p.

2. Goldberg D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. – Boston: Addison-Wesley, 1989.

3. Altintas Y. Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design. – Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

TRUE-COHERENT DETECTION SYSTEM

F.A. Yefimov
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

In modern radar systems, the primary challenge remains the detection of weak signals against intense noise and clutter environments. The efficiency of this process depends fundamentally on the type of coherence employed in radar signal processing. In radar terminology, *coherence* refers to a deterministic relationship among the initial phases of all radio pulses within a sequence. Conversely, when this phase relationship is random, the pulse sequence is classified as non-coherent. True coherence constitutes a prerequisite for the effective vector accumulation of echo signals and their reliable detection, making the study of true-coherent schemes highly relevant for enhancing radar sensitivity.

Aim and tasks

The aim of this work is to perform a comparative analysis of the efficiency of a coherent detection system through theoretical analysis. To achieve this aim, the following tasks were formulated:

1. To classify the types of coherence and identify the advantages of true coherence.
2. To describe the coherent pulse train detection algorithm for the case of *a priori* known Doppler frequency.
3. To evaluate and compare the detection characteristics of coherent and non-coherent algorithms for $N = 30$ pulses at false alarm probabilities $F = 10^{-4}$ and $F = 10^{-6}$.

Methods

The research is based on a purely theoretical analysis employing methods of statistical radio engineering. The following approach was implemented:

1. *Signal and noise model:* The received signal is represented as a complex envelope corrupted by additive white Gaussian noise (AWGN). For a coherent pulse train with known Doppler frequency, the signal component exhibits a deterministic phase progression.
2. *Statistical foundations:* Under the noise-only hypothesis, the envelope follows a Rayleigh distribution; under the signal-plus-noise hypothesis, it follows a Rice (Rician) distribution. For coherent processing, the decision statistic — the magnitude of the vector sum — approaches a Gaussian distribution for large N by virtue of the central limit theorem.
3. *Comparative analysis:* Calculation of the required threshold signal-to-noise ratio (SNR) q (dB) for $N = 30$ pulses at false alarm probabilities $F = 10^{-4}$ and $F = 10^{-6}$.

Results

The following results were obtained upon completion of the stated tasks:

1. *Classification:* It was established that true coherence provides the highest phase stability, enabling optimal vector accumulation wherein signal components add coherently (linearly) while noise components combine as random vectors.
2. The coherent pulse train detection algorithm with *a priori* known Doppler shift involves phase compensation followed by vector summation of complex samples. Theoretical analysis confirms that the output SNR increases proportionally to N, yielding a potential gain of approximately 14.8 dB for $N = 30$ relative to single-pulse detection.

3. Analytical calculations for probability of detection $D = 0.9$ demonstrate that for $F = 10^{-4}$, the coherent processing advantage over non-coherent processing amounts to 2.46 dB. For $F = 10^{-6}$, the gain was found to be 1.89 dB.

Conclusion

The transition to a true-coherent detection system represents a qualitative improvement in radar performance. Coherent processing for known Doppler frequency provides a gain of 2.46 dB for $F = 10^{-4}$ and 1.89 dB for $F = 10^{-6}$ over non-coherent processing. Theoretical analysis validated the detection characteristics and enabled a clear comparison of accumulation methods. Consequently, true-coherent schemes not only detect weak signals with high sensitivity but also maintain robust performance under stringent false alarm requirements, offering a fundamental advantage over non-coherent architectures.

MODERN METHODS OF AUTOMATION IN PRODUCTION

A.V. Zharov
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Automation has been an important part of manufacturing for several centuries. Thanks to it, there is a significant jump in production capacity. With the development of technologies similar to robotics in the past decades, we have seen a significant reduction in production costs along with the growth of this very production. AI is currently being used for automation, which suggests that we may face another automation surge in the near future.

Aim and tasks

The purpose of this article is to review modern optimization techniques. We set ourselves the task of finding out their impact on production.

Methods

The automation methods include: Industrial robotics, Numerical control Machines (CNC), Artificial Intelligence and machine learning. Industrial robotics is the introduction of mechanisms that have replaced human activity. For example, manipulators are capable of grabbing and shuffling objects. A CNC is a type of machine capable of executing a previously set sequence of commands, thereby working without direct human interaction. Artificial intelligence and machine learning are a set of technologies that allow you to train a machine to perform various tasks, for example: image analysis, including using machine vision, to make recommendations for actions, to form assumptions about equipment failures.

Results

As a result of using the above technologies, it is possible to see a reduction in the burden on a person by transferring monotonous tasks to a machine or facilitating decision-making by creating recommendation systems that offer a person all possible options and take into account a large number of positive and negative qualities of a particular solution.

Conclusion

From all of the above, we can conclude that automation makes human life easier and continues to evolve, which suggests continued growth in its implementation in all areas of production.

Reference

1. Shishov O.V. Modern technologies of industrial automation: textbook / O. V. Shishov. Saransk : Publishing House of Mordovia. University, 2007. 250 p.

2. Fedorov Yu.N. Handbook of an automated control system engineer: Design and development. Educational and practical manual. - M.: Infra-Engineering, 2008. -928 p .

3. O. I. Nikolaichuk Modern automation tools / O. I. Nikolaichuk — M.: SOLON-Press, 2016. 256 p.

COMPARATIVE ANALYSIS OF COMPUTER VISION METHODS FOR TRAFFIC SIGN AND PANEL RECOGNITION

D.D. Zangin

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

With the rapid development of autonomous driving systems and intelligent traffic management, accurate real-time recognition of traffic signs and direction panels has become critically important. Traffic signs provide essential regulatory, warning, and guidance information. However, real-world conditions–such as varying illumination, adverse weather, occlusion, rotation, and viewpoint changes–make robust recognition a challenging task.

Classical computer vision methods remain widely used due to their interpretability and low computational cost, while deep learning approaches offer higher accuracy at the expense of increased resource consumption [1]. Therefore, a comparative analysis of these approaches is necessary to select appropriate solutions under different application constraints.

Aim: To compare classical computer vision methods and modern deep learning approaches for traffic sign and panel recognition in terms of accuracy, inference speed, and robustness.

Two datasets were used: the German Traffic Sign Recognition Benchmark (GTSRB, 43 classes, >50,000 images) and a custom panel dataset (10 classes, 5,000 images). The data were augmented with Gaussian noise, motion blur, and gamma correction to simulate real-world conditions.

Three classical methods were implemented: HOG + SVM, color thresholding with shape analysis, and SIFT + Bag of Visual Words (BoVW) [2]. Two deep learning approaches were evaluated: a LeNet-5-based convolutional neural network and a ResNet-18 model pretrained on ImageNet and fine-tuned on the target data.

Experiments were conducted using an Intel Core i7-12700H CPU for classical methods and an NVIDIA RTX 3060 GPU for deep learning models. Deep learning methods significantly outperformed classical approaches in both accuracy (+9–20%) and robustness, especially under noise and lighting variations. Among classical methods, HOG + SVM achieved the best performance (~89% accuracy), while color and shape analysis showed the highest speed but the lowest reliability.

ResNet-18 achieved the highest accuracy (98.7%) but required GPU acceleration for real-time performance (~11 ms per image), while CPU inference exceeded 500 ms. The LeNet-5-based model provided an optimal trade-off, achieving 96% accuracy with very fast inference (~3 ms per image), making it suitable for embedded systems. No single method is optimal for all scenarios. Classical approaches remain suitable for low-

power systems with moderate accuracy requirements. Deep learning methods, particularly compact CNNs such as LeNet-5, are preferable for real-time applications due to their superior accuracy and robustness. Larger architectures like ResNet-18 offer only marginal improvements at significantly higher computational cost. Future work should focus on lightweight models (e.g., MobileNet, EfficientNet) and more complex multi-panel environments.

References

1. Dalal, N., & Triggs, B. (2005). Histograms of oriented gradients for human detection. Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 1, 886–893.

2. Lowe, D. G. (2004). Distinctive image features from scale-invariant keypoints. International Journal of Computer Vision, 60(2), 91–110.

EFFICIENCY AND COMPUTATIONAL COMPLEXITY OF RECURSIVE AND NON-RECURSIVE NOTCH FILTERS WHEN ADAPTING TO THE DOPPLER PHASE SHIFT OF INTERFERENCE

F.R.Zyuzin
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Introduction

Recently, there has been sustained interest in the development of adaptive notch filters for coherent pulse radar systems. The primary objective of such systems is to distinguish signals from moving targets against passive interference generated by reflections from stationary or slowly moving objects. The main challenge is that the spectral correlation characteristics of this interference are unknown in advance and can change. Two classes of filters are traditionally used for interference suppression: non-recursive (transversal) and recursive. Each type has its own advantages and disadvantages in terms of suppression efficiency, robustness, implementation complexity, and adaptability.

Aim and tasks

The aim of the work is a comparative analysis of the implementation of recursive and non-recursive Notch filters under conditions of a priori uncertainty of passive interference parameters. To achieve this goal, the following tasks were solved: review of the design principles of both filter types, comparison of interference suppression efficiency and signal-to-noise ratio gains, analysis computing resource and performance requirements, and assess the impact of training sample size and interference parameter estimation errors on losses in filtering efficiency.

Methods

Theoretical studies and computational experiments were conducted to find optimal filter structures. The analysis was based on a parametric description of the interference correlation matrix, the key parameters of which are the interperiod correlation coefficient and the Doppler phase shift. Filter efficiency was assessed using the maximum signal-to-interference ratio criterion and the interference suppression coefficient. For recursive filters, the possibility of using automatic Doppler phase compensators, which allows for a simpler structure, was investigated. For non-recursive filters, cascade and canonical implementation forms were considered. In the case of partial adaptation (to the Doppler

phase shift only), the minimax criterion was applied, taking into account the entire possible range of interference parameter variations.

Results

Recursive filters provide a gain in suppression efficiency of up to two to six decibels compared to non-recursive filters , but require complex weighting coefficients. The use of auto-compensators allows recursive filters to convert to real coefficients, simplifying implementation. The loss in efficiency with a training sample size of approximately sixteen samples is approximately one decibel for recursive filters and no more than one decibel for non-recursive filters. Recursive filters are potentially unstable, unlike non-recursive ones . Partial adaptation based on the minimax criterion brings the efficiency of non-recursive filters closer to full adaptation at a lower cost.

Conclusion

Based on the conducted research, it can be concluded that recursive notch filters offer higher potential passive interference suppression efficiency, but impose higher requirements for robustness and computational accuracy. The use of automatic Doppler phase compensators in recursive filters and the minimax criterion in non-recursive filters reduces computational complexity and improves adaptation efficiency under a priori uncertainty. The choice between recursive and non-recursive implementations should be determined by specific requirements: for limited computing resources and low Doppler interference velocities, non-recursive filters with partial adaptation are preferable, while for strict suppression efficiency requirements and sufficient computing power, recursive structures are better suited.

References

1. Popov D. I. Adaptation of recursive notch filters // News of higher educational institutions. Volga region. Technical sciences. 2022. No. 4. P. 45–56.

2. Popov D. I. Optimization of non-recursive notch filters with partial adaptation // Digital signal processing. 2017. No. 1. pp. 22–26.

APPROACHES AND MODELS FOR BUILDING AUTOMATED CREDIT SCORING SYSTEMS BASED ON ALTERNATIVE DATA

M.V. Kireev

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Microfinance organizations represent an essential component of the modern financial system, providing access to financial resources for individuals and small businesses that are often excluded from traditional banking services. However, the conventional credit assessment methods based on credit bureau data are frequently ineffective for borrowers with limited or non-existent credit histories [1].

Traditional scoring systems demonstrate limited predictive capability in the microfinance sector, which necessitates the transition to alternative data-driven approaches. Such data include digital footprints, transaction history, geolocation data, and behavioral characteristics [2].

Aim and Tasks

The aim of this study is to analyze and systematize approaches and models used in automated credit scoring systems for microfinance organizations based on alternative data.

To achieve this aim, the following tasks were defined:

1. To analyze the current borrower assessment process in microfinance organizations.
2. To identify the main limitations of traditional credit scoring methods.
3. To study modern methods of automated data analysis and machine learning.
4. To evaluate the effectiveness of different models for processing alternative data.
5. To identify promising directions for the development of automated scoring systems.

Methods

The research is based on a systematic analysis of scientific literature and modern approaches to credit scoring and machine learning [3]. The study includes classical statistical methods as well as machine learning algorithms such as decision trees, random forest, gradient boosting, and neural networks, including approaches aimed at improving model interpretability (Explainable AI) [4].

Results

The analysis shows that machine learning methods significantly improve credit risk assessment. Ensemble methods demonstrate high accuracy and robustness, while neural networks enable processing of complex data but require high computational resources.

Conclusion

The results demonstrate that the effectiveness of credit scoring systems depends on the integration of alternative data and advanced analytical methods. The hybrid approach is considered the most promising direction.

References

1. Methods for assessing borrower creditworthiness and their application [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-kreditosposobnosti-zaemschikov-i-sposoby-ih-primeneniya (accessed: 01.04.2026).
2. Modern approaches to the application of data mining methods in credit scoring [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-primeneniyu-metodov-intellektualnogo-analiza-dannyh-v-zadache-kreditnogo-skoringa (accessed: 01.04.2026).
3. Models of credit and behavioral scoring [Electronic resource]. Available at: https://masters.donntu.ru/2006/kita/shepeleva/library/metod%20scoring.pdf (accessed: 02.04.2026).
4. Explainable AI methods and their application in financial decision-making [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/metody-explainable-ai-i-ih-primeneniie-v-finansovyh-i-upravlencheskih-resheniyah (accessed: 03.04.2026).

DESIGN OF AN AUTONOMOUS HANDHELD CONTROL PANEL

P.S. Kosonozhkin
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Autonomous panels enable operators to control systems remotely while receiving feedback, unlike host-dependent designs. A dedicated microcontroller handles local processing, improving flexibility and ergonomics [1].

Materials and Methods

The architecture includes ATmega8515, keypad, HD44780 LCD, LEDs, buzzer, and UART (RS-232/485 convertible). Firmware implements byte protocol: command + data bytes for display/LED control. Design prioritizes stable 5V power, quartz timing, and ergonomic layout [2].

Results

Table 1. Architecture Comparison

Criterion	**Traditional**	**Autonomous**
Processing	Host-reliant	Local MCU
Range	<10m	Up to 1000m
Expandability	Low	High (software)
Maintenance	Complex	Modular

Prototype achieves <0.5s access time, <0.1% error rate [1].

Conclusion

The autonomous handheld control panel design, leveraging a local ATmega8515 microcontroller, offers superior modularity, remote operability, and ergonomic efficiency compared to traditional panels. This approach reduces host system load and aligns human control with system dynamics, making it ideal for industrial and aerospace HMIs. Future enhancements could include wireless connectivity for broader applications.

References

1. Valpa, O. (2008). Autonomous monitoring and control panel based on AVR. Modern Electronics, (4), 42–47.

2. Arzhesan. (1998). RU2128600C1.

APPLICATION OF A MEMORY PCB (Printed Circuit Board) TEST BENCH

A.I. Makarov
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Recently, there has been growing interest in improving the quality control of printed memory units due to the expansion of domestic microelectronics production and the need for import substitution. Printed memory units are complex multilayer systems that include memory chips, interface components and power circuits. Previous research has shown that up to 18% of failures in radio-electronic equipment are associated with defects in memory units [3], which makes control procedures critically important.

Aim and tasks

The issue of testing such units has been extensively studied in recent years. Researchers have identified that specialized test benches allow detecting typical defects such as mounting faults, hidden breaks and short circuits. Studies show that the use of programmable test benches reduces hidden defects by 28–34% [2], while about 40% of failures are related to deviations in timing characteristics of signals [1].

Methods

The methodology of control is based on the use of hardware and software components of test benches. The hardware includes interface modules, signal generators and measurement units, while the software performs testing procedures such as writing and reading data, checking power supply and monitoring temperature conditions. Control is typically organized in three stages: input inspection of components, in-process control after assembly, and final testing before shipment. This approach ensures detection of defects at early stages of production.

Results

The results of the study show that the implementation of automated test benches improves significantly production efficiency. The share of defective products can be reduced by 23–31%, productivity increases by 2.3–2.8 times, and operator errors decrease by 67%. At the same time, about 7.2% of defects are detected at the final assembly stage and are mainly related to mounting issues rather than failures of memory chips. However, there are several limitations. Universal test systems require highly qualified personnel and significant time for configuration, while specialized test benches are economically justified only for large-scale production. In addition, some defects can only be identified through extended testing procedures, such as thermal cycling or long-term operation [3].

Conclusion

In conclusion, the use of test benches is an effective method for improving the quality and reliability of printed memory units. The results demonstrate both technological and economic benefits, including reduction of defects and warranty costs. At the same time, further research is required to develop advanced testing methods, including the application of machine learning and modular systems, which can enhance flexibility and efficiency of control processes [2].

References

1. Vasiliev A.N. Methods of quality control of printed circuit boards in the context of import substitution // News of higher educational institutions. Electronics. 2023. Vol. 28. No. 3. pp. 245-258. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=53426781 (date of reference: 01/14/2025).

2. Kirillova O.V., Sorokin M.P. Automation of control of RAM modules at the production stage // Radio electronics issues. Series: Electronic computing equipment. 2024. No. 2. pp. 67-79. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=54893245 (date of request: 14.01.2025).

3. Korneev I.S., Zaitsev D.V. Flaw detection of electronic memory modules: modern approaches and tools. Diagnostics. 2023. No. 5. pp. 34-42.

DETECTION AND PREVENTION OF DEFECTS IN CNC MACHINES

M.P. Marinochkina
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Numerical control machines (CNCs) form the basis of the equipment fleet of most industrial enterprises. However, as practice shows, even the most modern and high-precision equipment is not immune to the appearance of defects.

Aim and tasks

The aim of this work is to systematize modern methods for identifying and preventing defects on CNC machines, as well as to develop practical recommendations for building a multi-level system for preventing defects in mechanical engineering production.

Methods

When writing this article, a complex of theoretical and analytical research methods was used, which allowed to systematize modern approaches to the identification and prevention of defects on CNC machines. As research shows, the key factors affecting the stability of quality are: tool wear, temperature growth during operation and basing errors [1]. Statistical process control (SPC) methods are widely used to detect defects at an early stage and prevent their occurrence. A typical SPC setup involves periodically sampling multiple consecutive parts, measuring the critical dimension, and constructing control charts [2].

Results

A multi-level prevention system consisting of five levels of protection has been developed: selection of the optimal tool and equipment before processing, checking the readiness of the machine and workpiece before starting, continuous monitoring of the processing parameters, prompt adjustment of the processing parameters in case of deviations, and identification and elimination of systemic causes of defects.

Conclusion

Defect on CNC machines is not a fatal inevitability, but a consequence of a gap in one of the subsystems. Effective fight against defects requires a transition from passive control to an active system of early detection and multi-level prevention.

References

1. Precision CNC Machining Variability: Statistical Methods for Controlling Part-to-part Consistency [Electronic resource] // ChinaMilling : website. — 2025. — Access mode: https://www.chinamilling.com/en/Precision-CNC-Machining-Variability-Statistical-Methods-for-Controlling-Part-to-part-Consistency-id49159775.html.

2. Rogov E.Yu., Ostapchuk A.K., Ovsyannikov V.E. Automatic Ensuring of Shape Precision During Machining on CNC Machines: Monograph. — Kurgan: Kurgan State University, 2023. — 174 p.

COMPARATIVE ANALYSIS OF DATA ACCESS METHODS WHEN EXECUTING SELECT QUERIES IN POSTGRESQL

A.A. Masevnin
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Modern information systems operate with large volumes of data, which requires the use of efficient methods for their storage, processing, and retrieval. Database management systems play a key role in organizing and managing such data. One of the most widely used database management systems is PostgreSQL, an open-source object-relational DBMS that provides advanced mechanisms for query optimization and efficient data processing [1]. Due to its flexibility, reliability, and high performance, PostgreSQL is widely used in modern information systems and large-scale applications.

Aim and Tasks

The aim of this work is to analyze data access methods used in PostgreSQL when executing SELECT queries and to evaluate their impact on query performance.

The main tasks of the study are:

– to examine the query planning process in PostgreSQL;

– to analyze the structure of tables, indexes, and statistical data used by the query planner;

– to study the main data access methods;

– to determine the factors influencing the choice of an execution plan.

Methods

During query execution, PostgreSQL can use several methods of accessing table data. The most common methods include Sequential Scan, Index Scan, Index Only Scan, and Bitmap Scan. The choice of a particular method depends on several factors, including the size of the table, the expected number of returned rows, and the availability of appropriate indexes [2].

The study is based on a comparative analysis of these access methods and their characteristics, including index usage, performance efficiency, and disk access patterns.

Results

The sequential scanning involves reading all the rows of a table and is effective when a large portion of data is required or when the table is small.

The index scanning uses the index structures, such as B-tree indexes, to locate the rows that satisfy the query conditions. This method significantly improves performance when only a small subset of rows needs to be retrieved [3].

Index Only Scan is a more efficient approach where data is retrieved directly from the index without accessing the main table. This reduces the number of disk operations and improves the performance when a covering index is available [1].

Bitmap Scan is used for more complex queries. It combines multiple indexes and reduces random disk access, making it suitable for queries that return a moderate number of rows [2].

Conclusion

The choice of a data access method has a significant impact on the performance of SELECT queries. The analysis shows that proper index design and careful examination of query execution plans can greatly improve the efficiency of database operations. Therefore, understanding the mechanisms of query optimization and data access in

PostgreSQL is an important task in the design and administration of modern information systems.

References

1. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL Documentation [Electronic resource]. – Access mode: https://www.postgresql.org/docs/ (date of request: 12.03.2026).

2. Momjian B. PostgreSQL: Introduction and Concepts. – Boston: Addison-Wesley, 2001. – 336 p.

3. Silberschatz A., Korth H., Sudarshan S. Database System Concepts. – 6th ed. – New York: McGraw-Hill, 2011. – 1376 p.

PROCEDURAL GENERATION OF THREE-DIMENSIONAL SCENES IN UNITY

N.A. Nazarov

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

The rapid development of computer graphics technologies has led to a significant increase in the complexity of three-dimensional scenes and the requirements for their visual quality. The traditional approaches based on manual modeling are characterized by high labor intensity and limited scalability, especially in the context of large virtual environments.

The Procedural generation is considered one of the most effective approaches to solving this problem, as it enables automatic creation of scene elements using mathematical models and algorithms [1, 4]. The use of such methods reduces development time and ensures high variability of generated content.

Modern development environments, including Unity, provide powerful tools for real-time rendering and interactive applications, making them suitable platforms for implementing procedural generation techniques.

Methods

The study is based on the mathematical models and algorithmic approaches to procedural generation.

Terrain generation is implemented using Perlin noise, which defines the height function:

$$H(x,z)=N(x\cdot s,z\cdot s)\cdot A,$$

where N is a noise function, s is the scale factor, and A is the amplitude [1, 3].

Vegetation placement is determined by a rule-based model that considers both noise values and terrain characteristics:

$$T(x,z) = \begin{cases} 1, & N(x,z) > Tn \wedge S(x,z) < Smax, \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

where $S(x,z)$ represents terrain slope [4].

The randomization techniques are applied to ensure diversity in object placement and scaling [2].

Results

As a result of the research, a prototype system for procedural generation of three-dimensional scenes has been developed in Unity.

The system includes terrain generation based on noise functions and procedural placement of vegetation depending on terrain parameters. The implementation ensures variability of generated scenes and allows interactive control of generation parameters.

The experimental results demonstrate that the proposed approach enables efficient generation of diverse scenes with minimal manual effort, which corresponds to modern trends in procedural modeling [4, 5].

Conclusion

The study confirms the effectiveness of procedural generation methods for automated creation of three-dimensional scenes. The use of noise-based terrain generation and rule-based object placement significantly reduces development complexity and improves scalability [1, 4].

The developed prototype demonstrates the applicability of procedural techniques in Unity for real-time applications. The results can be applied in game development, simulation systems, and visualization tasks.

References

1. Ebert, D. S., Musgrave, F. K., Peachey, D., Perlin, K., Worley, S. Texturing and Modeling: A Procedural Approach. — San Francisco: Morgan Kaufmann, 2003. — 760 p.

2. Nazarov, N. A., Baranova, S. N. Procedural terrain generation using Perlin noise // Proceedings of the VII International Scientific and Technical Forum "Modern Technologies in Science and Education (STNO-2024)". — Ryazan, 2024.

3. Lagae, A., et al. A survey of procedural noise functions // Computer Graphics Forum. — 2010. — Vol. 29, No. 8.

4. Smelik, R. M., et al. A survey on procedural modelling for virtual worlds // Computer Graphics Forum. — 2014. — Vol. 33, No. 6.

5. Mezhenin, M. G. Evolutionary methods for content generation // Bulletin of South Ural State University. Series: Computational Mathematics and Software Engineering. — 2014. — Vol. 3, No. 1. — P. 44–50.

CHANGE IN SEARCH PERFORMANCE IN A RELATIONAL DBMS (POSTGRESQL) WHEN USING INDEXES FOR JSONB FIELDS

V.D. Nikoliukina

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

In modern software development, PostgreSQL is increasingly used as a hybrid storage solution that combines a strict relational schema with the flexibility of document-oriented databases through the JSONB data type. This enables rapid adaptation of the data model to evolving requirements. However, in the absence of proper indexing, querying JSONB fields results in full table scans (Seq Scan). At scales of several hundred thousand records or more, this approach becomes a critical bottleneck: performance degrades sharply, I/O load increases significantly, and Service Level Agreements (SLAs) are violated. The practical significance of this study lies in

formulating clear recommendations for index type selection based on query structure, table size, and data characteristics.

The objective of this work is to analyze the impact of indexes on the performance of queries targeting JSONB fields in PostgreSQL. The test environment consisted of a key-value table populated with 2 million records. Measurements were conducted using EXPLAIN (ANALYZE, BUFFERS, TIMING). Two scenarios were compared: no index versus an index on the identifier column. The results demonstrate that applying an index reduces query execution time from 127.975 ms to 0.053 ms — a speedup of over 2,400 times. The scan type changes from a parallel sequential scan (Parallel Seq Scan) to an index scan (Index Scan); the number of rows processed by the filter drops from 666,666 to 0. Buffer usage decreases from 15,474 hits and 7,251 reads to only 4 reads. Planning time is reduced from 0.953 ms to 0.197 ms.

These findings confirm the critical importance of proper JSONB indexing in PostgreSQL. It is recommended that database developers and administrators always analyze query execution plans and create indexes for frequently used filter conditions, especially when working with tables exceeding one hundred thousand records. In high-load services, this approach prevents performance degradation, enables efficient use of hardware resources, and ensures compliance with SLAs [1, 2, 3].

References

1. Rogov E. *PostgreSQL Inside*. Moscow: DMK Press, 2023. 662 p.

2. Kolosovsky N.E., Lamakin V.A., Serov V.M., Kurov I.A. PostgreSQL Database Management System and Its Application for Database Development in Special-Purpose Automated Control Systems. *Internauka*, 2022, no. 11-1 (234), pp. 17–18.

3. PostgreSQL Documentation: JSON Functions and Operators. Available at: https://www.postgresql.org/docs/current/functions-json.html (accessed: 2026-04-02).

APPLYING LINEAR REGRESSION FOR SALES FORECASTING IN THE 1C: TRADE MANAGEMENT SYSTEM

R.S. Petrov

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Sales forecast accuracy directly determines inventory turnover and profitability. The "1C: Trade Management" (1C: UT) system stores vast transactional data but lacks built-in predictive analytics. Managers rely on intuition or simplistic methods that ignore seasonality and trends. Integrating linear regression into 1C is critical for data-driven inventory optimization.

Aim and Tasks

The aim is to develop and validate a method for integrating linear regression into 1C: UT to improve sales forecasting. Tasks include: analyzing sales data structure; designing a multiple linear regression model; implementing data export, external processing, and forecast import; and evaluating model accuracy against traditional methods.

Methods

Sales data was extracted from 1C: UT via OData and SQL queries over 24 months (weekly intervals). The target variable was units sold per SKU. Independent variables included lagged sales (t-1, t-2), average price, seasonal indicators, and inventory levels. Multiple Linear Regression was implemented in Python with scikit-learn (80/20 train-test split). Multicollinearity was checked using VIF. A Python middleware connector pulled data from 1C, ran regression, and returned forecasts to a custom register in 1C: UT.

Results

The linear regression model significantly outperformed conventional methods. MAPE was 12.4% for high-turnover products versus 23.7% for the moving average method in 1C: UT. For seasonal products, demand trends were captured three weeks in advance. A 5% price increase correlated with an 18% sales drop for non-essential goods. Forecast generation time dropped from 4 hours of manual Excel work to 15 minutes for 5,000 SKUs. Forecasts were automatically linked to purchase orders in 1C: UT.

Conclusion

Applying linear regression to 1C: Trade Management data substantially improves sales forecasting accuracy. Organizations can optimize inventory, reduce working capital, and improve service levels. The proposed architecture shows that ML models can integrate with legacy ERP systems like 1C without major changes. Limitations include reduced accuracy for new products or external disruptions. Future work will explore non-linear models (e.g., Random Forest). Nevertheless, the solution provides a scalable, interpretable foundation for data-driven trade management in the 1C ecosystem.

References

1. Public administration and management: Collection of scientific papers based on the results of the All-Russian Scientific and Practical Conference [Electronic resource]. Available at: https://e.lanbook.com/book/466478 (accessed: 05.04.2026).

2. Sales management in trade [Electronic resource]. Available at: https://e.lanbook.com/book/512825 (accessed: 05.04.2026).

3. Fundamentals of Linear Regression [Electronic resource]. Available at: https://habr.com/ru/articles/514818/ (accessed: 05.04.2026).

INTELLIGENT DECISION SUPPORT FRAMEWORKS FOR OPERATIONAL EFFICIENCY IN E-COMMERCE

M.V. Petrochenko

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

E-commerce growth complicates retail management. Competitive markets require tools to assess efficiency, identify bottlenecks, and support decisions [1]. The key factors include loyalty, speed, assortment, and logistics. The traditional analysis lacks depth for big data, prompting adoption of decision algorithms and neural networks [3]. The operability depends on interdependent processes: assortment, customer interaction, orders, logistics, warehouse, and analytics [2]. The metrics like satisfaction and sales dynamics guide analysis. The relevance stems from competitive sensitivity, data volume,

limitations of statistical methods, forecasting needs, and practical significance for profitability.

Aim and Tasks

The aim is to evaluate the decision-making algorithms for assessing online store operability. The tasks include: analyzing business processes; defining performance metrics; comparing analytical tools (BI, CRM, ML); determining effective automation methods.

Methods

Three tool groups are analyzed.

1) BI Systems (Power BI, Tableau): Offer visualization but lack automatic decision mechanisms [4].

2) CRM/ERP (1C, RetailCRM): Automate operations but have limited analytics (simple reports) [5].

3) Decision Algorithms & ML: Enable prescriptive analytics. Includes Decision Trees (XGBoost, CatBoost) for risk classification [6]; AHP/TOPSIS for ranking suppliers/SKUs; Bayesian methods for pricing; Neural Networks for demand forecasting and sentiment analysis.

Results

BI and CRM are effective for visualization and accounting but cannot independently evaluate performance in complex conditions or make substantiated decisions. They lack automatic recommendations and accurate SKU forecasting. Decision algorithms and ML provide deeper analysis, high forecast accuracy, automated ranking, and adaptability to product obsolescence. They excel in text analysis and adaptability, outweighing staffing requirements.

Conclusion

The study confirms the feasibility of using decision algorithms (AHP, TOPSIS, XGBoost, Bayesian, Neural Networks) for evaluating online store operability. They surpass BI/CRM systems in forecasting accuracy and automation, ensuring improved business efficiency.

References

1. Analysis of sales in retail trade [Electronic resource] // kilbil.ru – Access mode: https://kilbil.ru/blog/analiz-prodazh-v-roznichnoj-torgovle/ (Date of access: 11.11.2025).

2. Business processes in a retail store [Electronic resource] // posiflora.com – Access mode: https://posiflora.com/articles/biznes-proczessy-v-roznichnom-magazine/ (Date of access: 12.11.2025).

3. Development of electronic commerce in Russia [Electronic resource] // yakovpartners.ru – Access mode: https://yakovpartners.ru/publications/ecom (Date of access: 15.11.2025).

4. Choosing BI systems: overview of architecture, technologies and selection [Electronic resource] // habr.com – Access mode: https://habr.com/ru/articles/903974 (Date of access: 15.11.2025).

5. CMS, CRM and ERP — what is it and what for? [Electronic resource] // habr.com – Access mode: https://habr.com/ru/sandbox/175118 (Date of access: 17.11.2025).

6. CatBoost, XGBoost and the expressive ability of decision trees [Electronic resource] // habr.com – Access mode: https://habr.com/ru/companies/ods/articles/645887 (Date of access: 17.11.2025).

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF PRINTED CONDUCTOR BEND GEOMETRY ON HIGH-FREQUENCY SIGNAL INTEGRITY

N.A. Raykov
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

In modern printed circuit board (PCB) design, a trace is treated as a microwave component with distributed parameters. As clock frequencies increase, any topology discontinuity can cause signal degradation and device malfunctions. Consequently, choosing between a 90° sharp bend and a 45° mitered bend is a critical task for ensuring Signal Integrity (SI) in high-speed interfaces [2].

Aim and tasks

The aim of this work is to provide a comparative evaluation of how a conductor bend geometry influences high-frequency signal transmission characteristics. To achieve this goal, it is necessary to analyze the physical causes of reflections, develop a verified microstrip line model, and perform pulse propagation simulations for various corner configurations.

Methods

The study employed a comprehensive methodological approach, including a review of specialized literature, theoretical analysis, and electromagnetic simulation. Based on the study of theoretical sources, it was established that a 90° bend increases the local conductor width by approximately 1.41 times, leading to a surge in parasitic capacitance and the formation of a "capacitive well" [1]. To validate these data, a 3D model of a line with a characteristic impedance of 50 Ω was created on an FR-4 substrate (copper thickness 35 μm, dielectric thickness 0.2 mm), followed by a comparative analysis of signal propagation characteristics for both configurations.

Results

The simulation results using Time Domain Reflectometry (TDR) showed that with a pulse rise time of 100 ps, a 90° bend causes a local impedance drop of several Ohms, triggering energy reflection. Frequency domain analysis based on the S_{11} parameter demonstrated that at frequencies up to 2 GHz, the difference between the geometry types is practically negligible [1]. However, in the range above 5 GHz, a 90° bend introduces critical phase distortions and increases jitter, while a 45° mitered bend provides more stable characteristics [2].

Conclusion

The conducted research allows us to conclude that the use of 90° bends is acceptable in low-frequency circuits where the discontinuity delay is significantly less than the signal rise time. Nevertheless, when designing high-speed interfaces (such as USB 3.0, PCIe, DDR4), the application of 45° mitered bends is a mandatory rule to minimize parasitic reflections and guarantee data transmission reliability.

References

1. Johnson H., Graham M. High-Speed Digital Design: A Handbook of Black Magic. — Prentice Hall, 1993. Russian ed.: Moscow, Williams, 2006. — 624 p.

2. Kechiev L.N. Designing Printed Circuit Boards for Digital High-Speed Equipment. — Moscow: IDT Group, 2007. — 616 p.

ANALYSIS OF COLLABORATIVE AND CONTENT-BASED FILTERING LIMITATIONS IN TOURIST ROUTE RECOMMENDATION

A.M. Ustyan
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Modern tourists face an overwhelming number of travel options, making the choice of a satisfying route a time-consuming task. The existing recommendation systems fall into two broad categories: the collaborative filtering, which relies on user behavior patterns, and the content-based filtering, which compares route attributes. Each approach has the fundamental limitations when applied to tourism. The collaborative filtering suffers from the cold-start problem, as new routes lack a user interaction history. The content-based methods, conversely, tend to the recommend overly similar routes, reducing travel diversity. These limitations suggest that a hybrid approach combining both strategies may offer a more robust solution.

The aim of this paper is to review the key challenges of a tourist route recommendation and to propose a conceptual architecture for a hybrid system. The main tasks include: analyzing the shortcomings of pure recommendation strategies in the tourism domain; identifying specific data types available for tourist routes (geographic, temporal, thematic, and user-generated); and outlining a hybrid framework that dynamically switches between or combines different methods depending on the user's context.

The tourist route data differs from movie or product data in several critical ways. First, the routes have strong geographic constraints – two attractive points located far apart may form an impractical route. Second, the tourism preferences are highly context-dependent: a user may prefer active travel in summer and cultural sightseeing in winter. Third, the route evaluation is inherently multi-criteria, involving travel time, cost, physical effort, and aesthetic value. Any intelligent system must account for these dimensions.

The hybrid architecture can be built around a decision module that selects the appropriate recommendation strategy based on user status. For the new users with no history, the system would rely on the content-based filtering using route attributes weighted by a brief initial questionnaire. For the active users with sufficient interaction data, the collaborative filtering would generate predictions by identifying similar travelers. A third, knowledge-based component can enforce geographic feasibility – for example, the rejecting routes that violate maximum daily travel distance or opening hours of attractions. The outputs of all three modules can be combined using a weighted sum, where weights adapt in real time as more user data becomes available.

The proposed hybrid approach addresses the cold-start problem without sacrificing long-term personalization. It also respects the unique spatial and temporal constraints of tourism, which are often ignored by generic recommendation algorithms. The future work includes implementing a prototype of this architecture and evaluating its performance using a combination of offline historical data and user surveys. Such a system has the potential to significantly improve both the efficiency and satisfaction of travel planning.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF AI SERVICES AND ALGORITHMS FOR AUTOMATIC AUDIO SIGNAL PROCESSING

S. A. Samorukov
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

In the context of the rapid development of artificial intelligence, approaches to professional audio processing are changing [1]. Currently, there are many cloud-based and desktop solutions that offer automation of complex audio signal processing tasks such as mixing and mastering. However, it is important to consider the versatility of such services, as each tool has its own strengths and weaknesses. These must be analyzed, and the feasibility of using such services for professional and amateur tasks must be determined.

The aim of this study is to conduct a comparative analysis of AI-based services for automatic audio signal processing. The main tasks include forming a test bench with objective and subjective evaluation metrics, conducting comparative tests on musical material of various genres, collecting and analyzing the obtained data, and determining the appropriateness of using these services depending on the user's level and the nature of the source material.

For objective evaluation of audio processing services, the following metrics were selected: loudness level (in LUFS – Loudness Units Full Scale), dynamic range, spectral analysis, and distortion statistics (THD – Total Harmonic Distortion). For subjective evaluation, listening tests were organized involving sound engineers, as well as blind listening sessions [2]. Musical works of various genres were chosen as test material. Each selected service was tested on identical test material. The original tracks were fed into each service with default settings. The processing results were compared with reference versions that had been manually mixed and mastered. In addition to processing quality, aspects such as supported audio formats, processing speed, and configuration flexibility were also noted [1, 2].

The conducted research has shown that modern AI-based automatic audio processing services are powerful tools, but they are not a universal solution. Such services can generate a "rough" version for experienced sound engineers in a short time, as well as provide basic mixing and mastering for amateur sound engineers. The results of the analysis clearly demonstrate that the effectiveness of each service strongly depends on the source material and the target requirements for audio processing.

References

1. Carter, D. (2023). Neural Networks. Audio Data Processing. SelfPub. 123 p.
2. Owsinski, B. (2023). The Mixing Engineer's Handbook (5th ed.). Owsinski Media Group. 115 p.

RADIO OVER FIBER TECHNOLOGY

Egor A. Serdyukov
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Introduction and actuality

Radio over Fiber (RoF) is a technology that modulates light with a radio-frequency (RF) signal and transmits it via an optical fiber link. The relevance of the issue of the article is due to the fact that this technology is used in modern telecommunication systems [1].

Aim and tasks

The purpose of this work is to provide an overview of RoF technology. To do this, we will examine how this technology works, determine its current state, and discuss its future prospects.

Methods

To conduct a review, we have studied the specialized technical literature.

Results

The figure shows a typical block diagram of a fiber-optic communication system. The block diagram includes: a radio signal source (RF signal), an optical transmitter, an optical fiber (OF), an optical receiver, and a reconstructed RF signal.

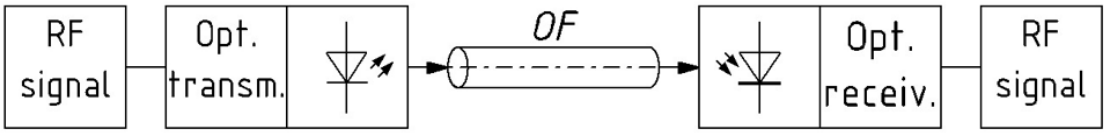


Figure – A block diagram of a fiber-optic communication system

The RF signal that needs to be transmitted modulates the optical emission of the laser diode. Further, the modulated optical emission is transmitted over a certain distance using optical fiber. Finally, the optical signal enters the photodiode crystal on the receiving side and is demodulated [1, 2].

Current state

Currently, this technology is increasingly being used in communication systems.

The prospects for the development

The prospects for the development of RoF technology are related to its ability to solve key tasks of modern communications network, including support for 5G/6G, and the development of space communications systems [2].

Conclusion

During the work, a review of RoF technology was conducted and the prospects for its development were identified.

References

1. O.K. Sklyarov Fiber-optic networks and communication systems, Moscow: SOLON-Press, 2016. 272 p. (Series "Engineer's Library")

2. Gower J. Optical communication systems: Translated from English – Moscow: Radio and Communications, 1989 – 504 p.

SELECTION OF TEST AUTOMATION TOOLS BASED ON PROJECT CRITERIA

S.S. Serebryakova
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Software testing is a key stage of development. The choice between manual and automated testing, and the selection of specific tools, largely determines quality assurance efficiency [1]. The variety of tools makes this choice non-trivial. Therefore, systematization of knowledge and practical recommendations are urgent.

Aim and tasks

The aim is to compare test automation tools and formulate selection criteria. The main tasks are to classify existing tools, to analyze features of the most common ones, to identify selection criteria and to propose a decision-making algorithm.

Methods

The study is based on analysis of the literature, official documentation, and practical experience [1–3]. Tools were compared by: purpose, supported languages, ease of learning, performance, documentation, cost, and CI/CD integration.

The categories considered: unit testing (NUnit, JUnit, pytest); web testing (Selenium, Cypress, Playwright); API testing (Postman, SoapUI); load testing (JMeter, Gatling).

Results

Selenium is the most universal web tool (all browsers, languages) but slower. Cypress is fast and convenient but Chrome-only. Playwright combines advantages: multi-browser, modern API [3]. Unit frameworks depend on language: NUnit (C#), JUnit (Java), pytest (Python) [1]. Postman is user-friendly for API; SoapUI suits complex cases [4]. JMeter is standard for load; Gatling is CI/CD-oriented [5].

The selection criteria are technology stack compatibility, cost, learning curve, documentation, CI/CD integration, performance, test type coverage. The algorithms are determined project parameters, evaluate candidates, conduct pilot implementation [2].

Table – Web testing tools comparison

Criterion	**Selenium**	**Cypress**	**Playwright**
Languages	Java, Python, C#	JS	JS, Python, C#
Browser support	All major	Chrome only	All major
Speed	Medium	High	High

Conclusion

The main test automation tools are systematized and key selection criteria identified. The proposed algorithm enables the justified choice based on the project characteristics. Further research may focus on the economic efficiency and decision support systems.

References

1. Kulikov S.S. Software Testing. Basic Course. – EPAM Systems, 2021. – 298 p.
2. Kotlyarov V.P. Fundamentals of Software Testing. – Moscow: INTUIT, 2016. – 334 p.
3. Crispin L., Gregory J. Agile Testing: A Practical Guide for Testers and Agile Teams. – Moscow: Williams, 2010. – 464 p.

4. Savin R. Testing Dot Com, or a Guide to Cruel Treatment of Bugs in Internet Startups. – 2007. – 194 p.

5. Myers G. The Art of Software Testing. – Moscow: Finance and Statistics, 1982. – 175 p.

METHODS OF DYNAMIC GESTURE RECOGNITION IN COMPUTER VISION TASKS

R.K. Slepushkina

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Abstract

This article examines modern methods of dynamic gesture recognition, a key area of computer vision. Unlike static gestures, dynamic ones require analyzing temporal movement sequences, which creates additional computational challenges. The work reviews three main approaches: traditional methods with hand-crafted features, skeleton-based methods, and deep neural networks (3D CNN, RNN/LSTM, Two-Stream Networks), while also discussing practical implementation issues, comparative effectiveness, datasets, and applications such as human-computer interaction and sign language translation.

Actuality

Dynamic gesture recognition is both highly demanded and complex due to the hand's small size, high mobility, and significant variability in execution across users [1]. The growing number of practical developments, particularly those using neural networks, confirms the relevance of this topic [2, 3].

Aim and tasks

The aim is to systematize and comparatively analyze dynamic gesture recognition methods. The tasks include classifying existing approaches, analyzing traditional feature-based methods, reviewing deep learning techniques, comparing their effectiveness based on literature, and identifying key problems and promising directions.

Methods

Traditional methods rely on a pipeline of hand detection, hand-crafted feature extraction (SIFT, SURF), and classification using hidden Markov models (HMM) or support vector machines (SVM), but they capture temporal dynamics poorly [1, 3]. Skeleton-based methods, enabled by depth sensors like Microsoft Kinect, use 3D joint coordinates and are invariant to lighting and skin color, significantly reducing feature space dimensionality [3, 8]. Deep learning methods currently dominate the field; three-dimensional convolutional networks (3D CNN) extract spatial and temporal features simultaneously, recurrent networks (LSTM) handle long-term dependencies, and two-stream networks combine RGB frames with optical flow to learn appearance and movement independently [1, 4]. Table 1 provides a comparative analysis of these approaches based on feature extraction, temporal dynamics consideration, illumination dependence, computational complexity, and data requirements.

Results

Deep learning methods demonstrate the best results in dynamic gesture recognition. Proposed CNN architectures have confirmed their effectiveness in real time [3]. Transformer-based approaches are useful for analyzing fast movements in short time intervals [4]. Systems for sign language translation using MMAction2 and ONNX Runtime achieve high accuracy in real-time operation [5]. The development of datasets such as

HaGRIDv2, which includes new control and conversational gestures involving both hands, remains an important direction [6].

Conclusion

The field has progressed from classical algorithms to complex neural network architectures capable of real-time video processing. Hybrid architectures combining convolutional and recurrent layers are currently the most effective [1]. Unresolved problems include robustness to illumination changes, recognition on resource-limited mobile devices, generalization to new gestures without retraining, and recognition of continuous gesture sequences. Promising directions include lightweight neural networks for edge devices, transformer models [4], self-supervised learning, and multimodal approaches combining RGB, depth, and inertial sensors.

References

1. Рюмин Д.А., Кагиров И.А., Аксенов А.А., Карпов А.А. Аналитический обзор моделей и методов автоматического распознавания жестов и жестовых языков // Информационно-управляющие системы. – 2021. – № 6. – С. 10-20. – DOI: 10.31799/1684-8853-2021-6-10-20. – [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiticheskiy-obzor-modeley-i-metodov-avtomaticheskogo-raspoznavaniya-zhestov-i-zhestovyh-yazykov (дата обращения: 03.04.2026).

2. Tripathi R., Verma B. Survey on vision-based dynamic hand gesture recognition // The Visual Computer. – 2024. – Vol. 40, No. 9. – P. 6171–6199. – DOI: 10.1007/s00371-023-03160-x.

3. Булыгин Д.А., Мамонова Т.Е. Распознавание жестов рук в режиме реального времени // Научный вестник НГТУ. – 2020. – Т. 78, № 1. – С. 25-40. – DOI: 10.17212/1814-1196-2020-1-25-40. – [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/raspoznavanie-zhestov-ruk-v-rezhime-realnogo-vremeni (дата обращения: 03.04.2026).

4. Штехин С.Е., Стадник А.В. Исследование эффективности моделей глубокого обучения в задаче распознавания технологических операций как последовательности движений рук // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2024. – Т. 12, № 2. – DOI: 10.26102/2310-6018/2024.45.2.035. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.moitvivt.ru/ru/journal/article?id=1574 (дата обращения: 03.04.2026).

5. Бреус А.И., Минязев Р.Ш., Нуриев М.Г., Мангушева А.Р., Обухова М.Ю. Информационная система на основе искусственного интеллекта для перевода невербального языка в лингвистическую модель // Международный научно-исследовательский журнал. – 2025. – № 2 (152). – DOI: 10.60797/IRJ.2025.152.19. – [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-sistema-na-osnove-iskusstvennogo-intellekta-dlya-perevoda-neverbalnogo-yazyka-v-lingvisticheskuyu-model (дата обращения: 03.04.2026).

6. Нуждин А.О. HaGRIDv2: 1M images for recognition of static and dynamic gestures // Выпускная квалификационная работа. – М.: НИУ ВШЭ, 2025. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.hse.ru/edu/vkr/1046843196 (дата обращения: 03.04.2026).

7. alxtt. Hand-Gesture-Recognition: Comparison of approaches to gesture recognition [Электронный ресурс] // GitHub. – 2025. – URL: https://github.com/alxtt/Hand-Gesture-Recognition (дата обращения: 03.04.2026).

8. Smedt Q.D., Wannous H., Vandeborre J.-P. Skeleton-based dynamic hand gesture recognition // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops. – 2016. – P. 1-9.

UAV STABILIZATION USING PHASE-FIELD MODEL

O.A. Staforkin
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Introduction and actuality

UAVs were designed to accomplish specific missions that are dangerous to be fulfilled by man power. Nowadays a lot of big companies want to expand the application of UAVs, so there we have courier services via quadrotors for delivering cargo to customers. The main reason for this happening is the development of electronic devices, especially sensors and the reduction of the prices of UAV parts.

Aim and tasks

The purpose of this article is to review the application of the phase field model in the analysis of UAV stabilization methods

Methods of phase-field model

The topic of the thesis is the development of stabilization algorithms of UAVs, based on searching the possible phase space. The state vector usually includes 12 variables: position (x, y, z); velocity (v_x, v_y, v_z); Euler angles (ϕ (roll), θ (pitch), ψ (yaw)); angular velocity (ω_x, ω_y, ω_z). All variables are related by the dynamic model of a UAV, based on physical laws. The idea of using the phase field model always leads to 3 steps: searching for equilibrium points, the stability analysis, and control law synthesis. The search for equilibrium points is the first step of the algorithm development. The gradient vector of an equilibrium point is a zero vector. Knowing all these points of the phase field lets us continue the development in step 2, the stability analysis. The stability analysis is an exploration of the area near the equilibrium points to get information about how stable the point is, or whether it is stable at all. The methods in this step include searching for phase portraits of the system and analysis of eigenvalues of the linear model. The next step is control law synthesis. In this step we form a control signal that will lead the UAV to take the desired stable point. As a result, we get a stabilization algorithm that is great for use in nonlinear systems but also requires a lot of computing power. Current trends indicate that the pure application of the phase-plane method in its analog form is giving way to hybrid approaches. In advanced stabilization systems, ideas for generating phase trajectories are being integrated with artificial intelligence, backstepping, or sliding-mode control methods, where phase space serves as the mathematical basis for proving asymptotic stability.

Conclusion

The conducted review demonstrates that the phase-field method occupies a special, limited, niche in the analysis of stabilization systems of unmanned aerial vehicles (UAVs).

PID CONTROLLER ALGORITHMS

A.A. Terekhanov
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Introduction and actuality

The PID controller is one of the most common automatic controllers. It is widely applied in industry, robotics, autopilot systems, ventilation and air conditioning, as well as in frequency converters for motor speed control. The quality criterion of a closed—loop system with a PID controller is an indicator that determines how well the system meets the quality requirements of regulation. The choice of criteria depends on the purpose for which the regulator is used.

Aim and tasks

The purpose of this article is to review the PID controller.

The components of the PID controller

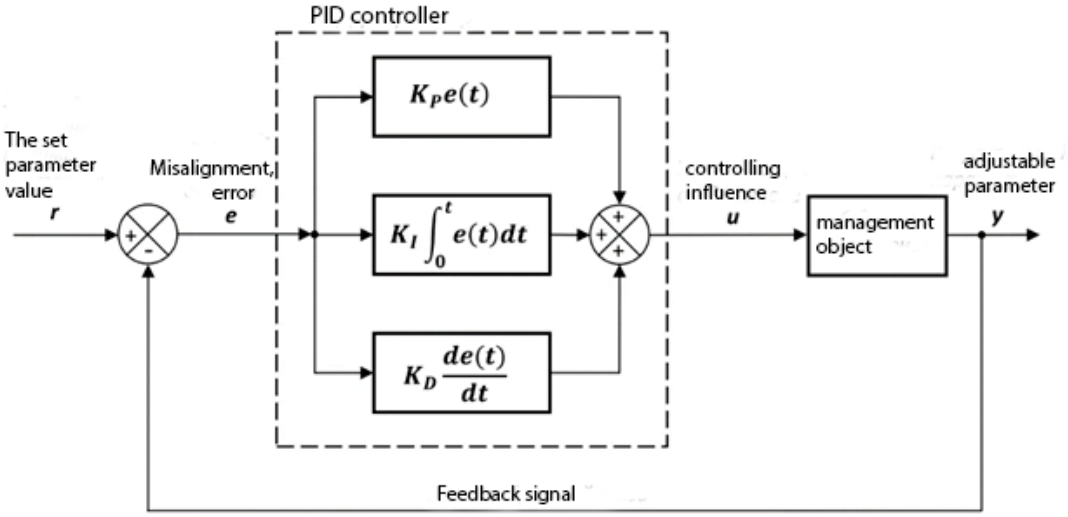


Fig. 2. PID controller

The PID controller consists of three components: proportional to P, integrating I, and differentiating D (Fig. 2). It is formed as the sum of three values multiplied by its own coefficient. This amount, after calculations, becomes a control signal that is sent to the control device.

Conclusion

A PID controller is a reliable and universal tool for automatic control, ensuring accuracy and stability of processes. Due to its efficiency, it is widely used in various industries and automation systems.

A COMPARATIVE STUDY OF DATA CONSISTENCY APPROACHES IN JAVA-BASED MICROSERVICE ARCHITECTURE

Ye.A. Trishin
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Modern information systems are increasingly built upon a microservices architecture, which facilitates development flexibility and scalability but introduces

complexities regarding data consistency across services [6]. In distributed data environments, the use of traditional transactional mechanisms becomes challenging, necessitating the adoption of specialized approaches [5].

Aim and Tasks

This study analyzes the Two-Phase Commit protocol, which ensures strong data consistency by coordinating the execution of distributed transactions [3]. However, the presence of global locks and a heavy reliance on a central coordinator limit its applicability in high-load systems.

An alternative approach is the Saga pattern, proposed for the implementation of long-running distributed transactions [4]. It enables the decomposition of a business process into a sequence of local transactions, with the capability to execute compensating operations in the event of an error. This approach is widely adopted in microservices systems due to its scalability and fault tolerance [2].

The study also examines the Transactional Outbox pattern, which ensures consistency between the database state and the messaging system. Its implementation guarantees event delivery and prevents data synchronization issues across services [2].

Methods of research

Furthermore, it is worth noting that when implementing an event-driven architecture, the issues of message processing idempotence and ensuring delivery semantics play a crucial role. Given the potential for event duplication and asynchronous service interactions, it is essential to design mechanisms that ensure the correct re-processing of messages without compromising data integrity. The application of idempotent operations—along with the utilization of the transactional capabilities of message brokers—helps minimize the impact of network failures and ensures system resilience in the face of partial failures [5].

Results

The results of this study indicate that the most effective strategy involves the combined application of the Saga and Transactional Outbox patterns.

Conclusion

This approach enables reliable business process execution and data consistency while maintaining high system performance—a factor of particular importance for delivery logistics systems.

References

1. Brewer E. Towards robust distributed systems // Proceedings of the Annual ACM Symposium on Principles of Distributed Computing (PODC). — 2000.

2. Richardson C. Microservices Patterns: With examples in Java. — Shelter Island: Manning Publications, 2018. — 520 p.

3. Gray J., Reuter A. Transaction Processing: Concepts and Techniques. — San Francisco: Morgan Kaufmann, 1993. — 1070 p.

4. Garcia-Molina H., Salem K. Sagas // ACM SIGMOD Record. — 1987. — Vol. 16, № 3. — P. 249–259.

5. Kleppmann M. Designing Data-Intensive Applications. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2017. — 612 p.

6. Newman S. Building Microservices. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2015. — 280 p.

COMPARATIVE ANALYSIS OF IMAGE REGISTRATION METHODS USING GRAPHICS PROCESSING UNITS

V.V. Trokhimchuk
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Image registration is essential in remote sensing, medical imaging, and computer vision [1]. Traditional algorithms require significant computational resources. Graphics processing units (GPUs) offer massive parallelism and are well suited for accelerating registration tasks [2, 3]. The choice of a method depends on accuracy, speed, and implementation complexity, making a comparative analysis necessary.

Aim and tasks

The aim is to compare image registration methods for GPU implementation. The tasks are to classify methods, to analyze parallelization possibilities, to evaluate performance and accuracy, and to formulate selection recommendations.

Methods

Three methods were selected: normalized cross-correlation (NCC), SURF, and phase correlation. Parallelization strategies: NCC processes displacements independently; SURF distributes feature detection among threads; phase correlation uses optimized cuFFT libraries [4, 5]. The evaluation criteria were accuracy (RMSE), speedup (GPU vs single-thread CPU), and implementation complexity. The experiments used 50 image pairs on NVIDIA GeForce GTX 1080.

Results

All methods benefit from GPU acceleration (Table 1). NCC is simplest to parallelize (speedup 35×) but less accurate under lighting changes. SURF provides better accuracy (RMSE 0.08) with moderate speedup (15×). Phase correlation achieves the highest speedup (70×) and is ideal for translational shifts.

Table – Web testing tools comparison

Criterion	**NCC**	**SURF**	**Phase correlation**
Accuracy (RMSE)	0.21	0.08	0.12
Speedup (GPU vs CPU)	35×	15×	70×
Implementation complexity	Low	High	Medium

Conclusion

The study compares three classes of image registration methods for GPU implementation. All methods achieve significant speedups (15× to 70×). The recommendations are phase correlation for real-time tracking, SURF for complex distortions, NCC for controlled conditions. The results can guide method selection in GPU-based image processing systems.

References

1. Gonzalez R., Woods R. Digital Image Processing. – M.: Tekhnosfera, 2012. – 1104 p.

2. Boreskov A.V., Kharlamov A.A. Fundamentals of CUDA Technology. – M.: DMK Press, 2010. – 232 p.

3. Boreskov A.V., Kharlamov A.A. Parallel Computing on GPU. Architecture and CUDA Programming Model. – M.: MSU Publishing, 2012. – 336 p.

4. Kuznetsov A.V., Petrov V.A. Implementation of the SURF Method on Graphics Processors for Image Registration Problems. // Information Technologies, 2019, no. 5, pp. 281–287.

5. Ivanov S.I., Smirnov D.A. Using Phase Correlation on GPU for High-Accuracy Satellite Image Registration. // Computer Optics, 2020, vol. 44, no. 3, pp. 412–419.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR DETERMINING A CONFLICT SITUATION BETWEEN PARTNERS

D.S. Filimonchev

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

This article examines algorithms for automatic conflict recognition based on audio data from video surveillance cameras. Unlike simple voice detection, conflict recognition requires analyzing speech amplitude, frequency, and semantic content, which creates computational challenges. The work reviews three approaches: threshold-based acoustic analysis (amplitude and frequency spikes), speech-to-text with trigger-word detection (Whisper), and a hybrid pipeline combining both. The study demonstrates reduced detection time while maintaining high accuracy.

Actuality

Conflict recognition is highly demanded and complex due to the sudden nature of conflicts, high variability in speech patterns, and the need for real-time processing in commercial and public spaces. Growing practical deployments, especially using neural network-based audio analysis, confirm the relevance of this topic.

Aim and tasks

The aim is to present a developed algorithm for automatic conflict detection between partners. Tasks include: describing the three-stage pipeline (acquisition, processing, server transmission), analyzing the chosen tools (FFmpeg, Librosa, Whisper, Flask, Waitress), comparing their pros and cons, and experimentally validating the algorithm on real recordings.

Methods

The algorithm operates in three stages. Acquisition uses an RTSP microservice in Python; audio is extracted via FFmpeg console and stored in RAM as a byte array. Processing relies on two parallel methods. The first analyzes acoustic features: sharp increases in frequency and amplitude (Librosa) indicate conflict. The second applies speech-to-text via Whisper to detect trigger phrases (e.g., requesting a complaint book in retail). Server transmission uses POST requests via Flask and Waitress; detected events (camera ID, timestamps) are sent as JSON.

Results

Experimental validation on a pre-recorded retail store conflict audio file demonstrated correct detection. The algorithm outputs timestamps in JSON format. Adjacent or overlapping timestamps are auto-merged to avoid fragmentary events. The algorithm successfully identifies conflicts by both acoustic spikes and semantic triggers, enabling reliable real-time classification. Developing larger labeled conflict audio datasets remains important.

Conclusion

Experiments confirmed the algorithm's feasibility. The field has progressed from manual monitoring to automated audio-based conflict recognition. Remaining challenges include robustness to background noise, codec dependencies, and real-time performance on limited hardware. Promising directions are multimodal analysis (audio + video), lightweight neural networks for edge devices, and integration with existing surveillance systems for automated statistical reporting.

MODERN APPROACHES TO AUTOMATIC PLANT IDENTIFICATION USING LEAF IMAGES

A.V. Khrisanov
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Automatic plant species recognition is an important task in computer vision, bioinformatics, and applied information technologies. The traditional plant identification based on visual inspection requires considerable time and expert knowledge, which limits its use when large volumes of data must be processed quickly [1]. A leaf is one of the most informative objects for plant recognition because its shape and surface texture contain stable morphological features characteristic of a particular species. Therefore, the development and comparison of automated recognition methods based on leaf images remain relevant [2].

Aim and tasks

The aim of the study is to analyze algorithms for plant species recognition based on leaf images and to determine a suitable baseline approach for further experiments. The main tasks are to review the most common recognition methods, compare shape-based and texture-based approaches, and identify suitable datasets for experimental research.

Methods

The paper reviews several major groups of algorithms for plant species recognition based on leaf images. The first group includes methods based on geometric shape features such as area, perimeter, length, width, compactness, and roundness. The second group includes methods based on Hu invariant moments, which are resistant to rotation, scaling, and translation. The texture-based approaches are represented by gray-level co-occurrence matrices and local binary patterns, which describe the surface structure of leaves [3]. Combined approaches integrating shape and texture descriptors are also considered together with dataset selection criteria.

Results

The comparative analysis shows that each the considered approach has its own advantages and limitations. The shape-based methods are simple, computationally efficient, and convenient for primary implementation. Hu moment methods are more robust to object rotation and scale changes, but they are sensitive to contour distortions and segmentation errors. Texture-based and combined approaches provide more informative descriptors in difficult recognition conditions, although they require more careful preprocessing and greater computational resources.

Conclusion

The review shows that plant species recognition based on leaf images remains a relevant research area in computer vision. Among the analyzed approaches, the algorithm based on geometric leaf-shape features can be regarded as the most suitable baseline solution for further experimental research because of its simplicity, interpretability, and low computational complexity.

References

1. Gorelik A.L., Skripkin V.A. Metody raspoznavaniya obrazov. Moscow: Vysshaya shkola, 2004. 261 p.

2. Gonzalez R., Woods R. Cifrovaya obrabotka izobrazheniy. Moscow: Tekhnosfera, 2012. 1104 p.

3. Haralick R.M., Shanmugam K., Dinstein I. Textural Features for Image Classification. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1973, vol. SMC-3, no. 6, pp. 610–621.

THE IMPACT OF ENCRYPTION LATENCIES ON NAVIGATION ACCURACY IN MOBILE ROBOTIC SYSTEMS

E.V. Chugunov

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

Encryption of communication channels in mobile robots is necessary for data protection, but encryption and decryption operations introduce additional processing latency. This can be critical for real-time navigation loops. It is known that communication delays above 50 ms cause significant trajectory errors in the high-speed platforms. However, most studies consider generic network delays rather than the impact of specific cryptographic algorithms on positioning accuracy.

Aim and Tasks

The aim of this work is to quantitatively evaluate the effect of latencies introduced by AES-128 and ChaCha20 ciphers on the navigation accuracy of a mobile robot. To achieve this aim, the following tasks were set:

- Implement message transmission (64-byte messages) using AES-128-CBC (OpenSSL) and ChaCha20 (libsodium) on the robot's onboard computer.
- Measure the average per-message latency for each algorithm and for the scenario without encryption.
- Compute the root-mean-square error (RMSE) between the extended Kalman filter (EKF) estimate and the ground truth trajectory.
- Compare the obtained navigation accuracy metrics with the baseline scenario (no encryption).
- Estimate the proportion of control cycles using outdated control signals at a frequency of 50 Hz.

Methods

The experiment was conducted on a differential-drive mobile robot Robot-v3 equipped with encoders, an IMU and a UWB positioning system. The onboard computer (Raspberry Pi 4) ran a ROS2 node with an extended Kalman filter (EKF) at 50 Hz. Control

was performed by a pure pursuit controller. To isolate encryption latencies, all nodes ran on the same board (network delays were excluded). Three message transmission scenarios (64-byte messages) were considered: no encryption (baseline), AES-128-CBC (OpenSSL), and ChaCha20 (libsodium). The robot followed a 5 m rectangular trajectory at 0.5 m/s; each scenario was repeated 30 times. The average per-message latency and the RMSE between the EKF estimate and the motion capture ground truth were measured.

Results

In the baseline scenario, processing delay was negligible (<0.05 ms) and the RMSE was 2.4 cm. ChaCha20 added a latency of 0.9±0.2 ms, increasing the RMSE to 2.7 cm (+12.5%). AES-128 showed a larger latency of 1.8±0.4 ms, with the RMSE rising to 3.05 cm (+27.1%). At 50 Hz, these latencies caused outdated control inputs in 9% (ChaCha20) and 18% (AES-128) of cycles.

Conclusion

This study has shown that encryption latencies can increase the root-mean-square navigation error by 12–27% compared to an unencrypted channel. The main factor is the additional processing time per control cycle, leading to outdated state estimates. ChaCha20, with its lower and more stable latency, is preferable for real-time systems compared to a software implementation of AES-128. An error increase of 12–27% may be acceptable for many warehouse robots but can be critical for high-precision applications (drones, surgical robotics). A practical recommendation: when the update rate exceeds 30 Hz, lightweight ciphers with low and predictable latency, such as ChaCha20, should be used. Future work should investigate hardware encryption accelerators and latency compensation techniques in estimation algorithms.

MODERN METHODS OF CREATING PRINTED CIRCUIT BOARDS IN SMALL PRODUCTION

S.A.Shilin
Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

In an era of rapid progress in the field of electronics, small companies and enthusiasts engaged in self-production are increasingly turning to the development and manufacture of printed circuit boards. The growing interest in unique devices, the popularity of maker culture, and the need for rapid prototyping are driving the search for cost-effective solutions for PCB manufacturing.

Aim and tasks

This study attempts to systematize and conduct a comparative analysis of current PCB manufacturing techniques that can be successfully used in conditions of limited manufacturing scale or in laboratory conditions [1].

Methods

1. Photochemical method (LUT / photoresist): transfer of toner from a laser printout to a textolite or exposure of a photoresist followed by etching in ferric chloride. The minimum width of the track is 0.3—0.5 mm, and the entry threshold is low, but it requires careful handling of chemicals [2].

2. CNC milling: mechanical removal of copper with a CNC milling cutter (Bantam Tools, Roland MDX). It does not require chemicals, accuracy up to 0.1 mm, full automation; the cost of a desktop machine is 300-2000 USD [2].

Results

Photochemical technology stands out for the lowest cost of initial investment and is suitable for the production of single samples. At the same time, its stability directly depends on strict adherence to established technological regulations. CNC milling, which excludes the use of chemical reagents, guarantees a high degree of reproducibility and the possibility of automating processes. The economic efficiency of this method is achieved under the condition of a regular flow of orders, which implies the processing of several boards on a weekly basis.

Conclusion

The study demonstrated that the choice of manufacturing process is based on factors such as the required accuracy of the topological drawing, the volume of planned production and available financial resources. For the purposes of initial development and prototyping, the photochemical method or "Layout-Under-Transfer" technology is the most suitable. In the case of regular but small-scale production, preference is given to milling on CNC machines (CNC) or LDI (laser direct visualization) technology.

References

1. Medvedev A.M. Printed circuit boards. Constructions and materials. Moscow: Technosphere, 2020. 304 p.

2. Coombs C. F., Holden H. T. Printed Circuits Handbook. 7th ed. — New York: McGraw-Hill Education, 2016. — 1280 p.

РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В АЛЖИРЕ

Бенюб Саид

Научный руководитель – Томина Е.В, старший преподаватель

Электроэнергетика Алжира развивается под влиянием роста населения, промышленного сектора и урбанизации [1]. Исторически энергетическая система страны опирается на значительные запасы природного газа, что обусловило доминирование тепловых электростанций в структуре генерации электроэнергии [2].

В настоящее время основная часть электроэнергии производится на газовых ТЭС, которые обеспечивают базовую нагрузку энергосистемы и гарантируют стабильность электроснабжения. Их доля превышает 97%, что указывает на высокую зависимость страны от ископаемого топлива [4]. Гидроэнергетика развита слабо из-за ограниченности водных ресурсов [3].

В то же время Алжир обладает значительным потенциалом в области возобновляемых источников энергии. Наибольшие перспективы связаны с солнечной энергетикой благодаря высокому уровню солнечной радиации, особенно в южных регионах [5]. Ветроэнергетика также рассматривается как перспективное направление, однако пока находится на стадии развития [1].

Государственная энергетическая политика направлена на диверсификацию энергобаланса и повышение энергоэффективности [1]. Реализуются проекты по внедрению солнечных и ветровых электростанций, а также модернизации

существующих мощностей. Несмотря на то что доля возобновляемых источников энергии остается низкой (менее 1%), наблюдается постепенный рост их использования [5].

В долгосрочной перспективе планируется значительное увеличение установленной мощности ВИЭ к 2030 году. Это позволит снизить выбросы парниковых газов, уменьшить зависимость от углеводородов и повысить устойчивость энергетической системы страны [1].

Таким образом, электроэнергетика Алжира находится в процессе перехода к более диверсифицированной и экологически ориентированной модели развития.

Библиографический список

1. Министерство энергетики Алжира. Стратегия развития энергетики до 2030 года.
2. International Energy Agency (IEA). Algeria Energy Profile.
3. World Bank. Energy in Algeria.
4. BP Statistical Review of World Energy.
5. REN21. Renewables Global Status Report.

INVESTIGATION OF METHODS FOR OPTIMIZING COMMERCIAL VEHICLE SERVICE INTERVALS USING NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES

D.V. Melyokhin

Scientific Supervisor –Yeseina N.E., PhD, Associate Professor

Actuality

In conditions of intensive operation of freight and passenger transport, the traditional approaches to maintenance planning based on the fixed mileage or engine operating time intervals often prove to be ineffective. Such approaches can lead either to unreasonably early replacement of consumables, such as engine oil or to missing the moment of critical wear, thereby leading to the increase in the risk of breakdowns and significantly raising the operating costs of vehicle fleets.

Neural network technologies open new opportunities for analyzing large volumes of data on engine parameters that change over time, including oil temperature, pressure, contamination level, viscosity, and other indicators obtained from on-board sensors in real time. This makes it possible to dynamically adjust oil change intervals and other maintenance elements depending on the actual operating conditions of each individual vehicle [1].

Aim and Tasks

The aim of this work is to investigate the modern methods for optimizing service intervals of commercial vehicles using neural network technologies. The main tasks of the study are examining the limitations of traditional maintenance planning approaches, analyzing neural network technologies for processing real-time engine parameter data, studying the combination of neural networks with multidimensional analysis methods for predicting the condition of motor oil, and evaluating the effectiveness of these methods in predictive maintenance of vehicle fleets.

Methods

The studies show that combining neural networks with multidimensional analysis methods, such as principal component analysis, provides high accuracy in predicting the

condition of motor oil and determining the optimal moment for its replacement. Such models are particularly effective for diesel engines of commercial vehicles (city buses, trucks, quarry dump trucks), where operational loads vary significantly. In a number of cases, the application of these methods allows the intervals to be safely increased between services while maintaining engine reliability and service life.

Results

In addition, in the context of predictive maintenance for entire vehicle fleets, machine learning successfully addresses typical automotive industry problems such as rare failures, imbalanced data, and concept drift. The use of these approaches in commercial vehicles contributes to reducing equipment downtime, optimizing repair costs, and improving overall operational safety [2].

Conclusion

Thus, optimizing service intervals of commercial vehicles using neural network technologies represents a promising direction in the development of predictive maintenance, enabling a transition from reactive or preventive approaches to truly intelligent management of vehicle resource based on real data about its condition.

References

1. Rodrigues J., Costa I., Torres Farinha J., Mendes M., Margalho L. Predicting motor oil condition using artificial neural networks and principal component analysis // Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability. – 2020. – Vol. 22, No. 3. – P. 440–448. – DOI: 10.17531/ein.2020.3.6.

2. Theissler A., Pérez-Velázquez J., Kettelgerdes M., Elger G. Predictive maintenance enabled by machine learning: Use cases and challenges in the automotive industry // Reliability Engineering & System Safety. – 2021. – Vol. 215. – 107864. – DOI: 10.1016/j.ress.2021.107864.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ

Варакин В.А. Разработка помехоустойчивой и защищенной системы передачи речевой информации..... 3

Войнов И.В. Исследование технологий волоконно-оптических привязных БПЛА в контексте современных приложений и задач..... 4

Ким Р.В. Сравнение конфигураций волновода диэлектрической стержневой антенны..... 5

Козупица И.А. Исследование применения различных сигналов в когнитивных радиосетях с использованием парадигмы UNDERLAY..... 6

Лебедев К.Э. Исследование и разработка первичного кодека с адаптацией для спутниковых телекоммуникаций..... 7

Чуткин М.А. Формирование шума с заданной корреляционной функцией методом формирующего фильтра..... 8

СЕКЦИЯ «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

Васильев Д.С. Метод методы и алгоритмы адаптивной обработки радиотехнических сигналов от датчиков функциональных узлов жилых и производственных помещений..... 10

Ефимов Ф.А. Исследование алгоритмов обнаружения малоскоростных целей..... 11

Жилинский М.Д. Упрощенный алгоритм адаптации обеляющего фильтра с переопределенной системой уравнений методом однорангового обновления..... 12

Калинкин В.И. Исследование алгоритмов и методов уменьшения уровня боковых лепестков автокорреляционной функции сигналов с бинарной фазовой модуляцией на поднесущих частотах..... 13

Криминецкий О.А. Исследование способов усиления сигналов в бортовой РЛС с непрерывным излучением..... 14

Крюков А.А. Векторная обработка сигналов инерциальной навигационной системы лёгкого летального аппарата..... 15

Никифоров П.С. Моделирование и аппаратно-программные средства обработки векторных сигналов от датчиков для управления функциональными узлами жилых и производственных помещений..... 16

Новиков А.С. Модификация метода Ломба–Скаргла для повышения точности оценок спектральной плотности мощности яркостной модуляции световых потоков от астрономических объектов..... 17

Рогачев М.Ю. Моделирование ошибок инерциальной навигационной системы на базе датчика ADIS16400..... 18

Скрипкин Д.В. Регуляризация решений обращения корреляционных матриц радиотехнических сигналов для устройств их обеления..... 19

Стеничкин Н.И. Методы и средства обработки векторных сигналов от инерциальных навигационных систем при наличии стохастических возмущений..... 20

Тон Куок Фонг Исследование алгоритмов нелинейного спектрального анализа сигналов в задаче оценивания направления прихода радиоизлучения..... 21

Хромов Д.Ю. Методы и средства спектрального анализа яркостно-модулированных оптических наблюдений за астрономическими объектами в условиях воздействия световых шумов..... 22

Чесноков Н.Д. Исследование методов и алгоритмов пространственной компенсации активных шумовых помех в радиолокационных системах..... 23

СЕКЦИЯ «БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И УСТРОЙСТВАХ »

Фам В.Д. Анализ помехоустойчивого алгоритма обработки сигналов в MIMO каналах с коррелированными канальными матрицами..... 25

Сердюков Е.А. Исследование прохождения ВЧ-радиосигнала по радиофотонной линии передачи..... 26

Стафоркин О.А. Анализ ошибки угла стабилизации беспилотного аппарата при применении фильтра..... 27

Тереханов А.А. Алгоритмы ПИД регулятора методом Циглера-Никольса..... 28

Титов А.А. Экспериментальная оценка параметров MIMO системы передачи информации..... 29

Чубов Д.Д. Алгоритм маршрутизации в беспроводной сенсорной сети при наличии потерь сигнала и препятствий..... 30

СЕКЦИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ОСНОВ РАДИОТЕХНИКИ

Алексашин А.А. Моделирование многоскоростных структур узкополосной фильтрации на основе КИХ-звеньев в среде SIMINTECH..... 32

Виклов Р.О. Разработка демонстрационного стенда и исследование эффективности применения радиосигналов для анализа вариабельности сердечного ритма..... 33

Елисеев М.В. Разработка приёмника сигналов ЛЧМ с адаптивной компенсацией Помех..... 34

Заря А.С. Оценка эффективности применения пакетов математического моделирования для разработки компонентов телекоммуникационных систем..... 34

Королев Д.С. Исследование технологий распознавания речевых сигналов с использованием нейронных сетей..... 35

Кудимов Н.О. Практическая реализация алгоритма БПФ с замкнутым трактом ЦАП-АЦП на ПЛИС..... 36

Литвинова В.С. Исследование возможностей среды SIMINTECH по моделированию электрических цепей постоянного и переменного тока..... 38

Нектов А.Р. Исследование альтернативного варианта наложения импульсного шума в методе Коула..... 39

Никонов М.И. Исследование механизмов самоорганизации и маршрутизации в транспортных AD-HOC сетях с поддержкой дорожной инфраструктуры..... 40

Плющиков В.С. Мониторинг и прогнозирование состояния спектра с использованием нейросетей..... 42

Сивов Н.Д. Разработка системы синхронизации на основе генератора, управляемого напряжением в среде SIMINTECH..... 43

Трушков В.Ю. Теоретические основы цифрового спектрального анализа и применение алгоритмов быстрого преобразования Фурье в задачах радиосвязи..... 44

Фетисова Л.А. Исследование условий дискретизации сигналов на основе теоремы Котельникова в среде SIMINTECH..... 45

Филимонова М.О. Анализ производительности GPU при обработке GPR-изображений обученной нейронной сетью..... 46

СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»
Подсекция «ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА»

Антоненко А.Д. Исследование возможности регулирования мгновенной мощности магнетрона..... 48

Беляев М.А. Разработка схемы частотного регулирования асинхронным двигателем..... 49

Захаркин А.А. Разработка резервного источника питания с синусоидальной формой выходного напряжения..... 49

Колыгин Е.В. Разработка системы регистрации в учебных целях..... 50

Руднев Р.В. Лазерный дальномер..... 51

Фролов Г.Н. Программа расчета электронно-оптической системы микрофокусных рентгеновских трубок..... 52

Шаманин К.С. Разработка покрытий контактных элементов на основе сплавов тугоплавких металлов для магнитоуправляемых герметизированных контактов..... 54

Андреев О.О. Исследование шумовых характеристик устройства синхронизации радиопередающего устройства радиолокационного модуля..... 55

Каменский А.А. Разработка макета оптического терминала внутриобъектовой связи..... 56

Коваленков Д.Р. Имитатор работы инерциальных датчиков..... 57

Наянов Д.В. Исследование ионно-оптических свойств квадрупольной системы в программном комплексе FOCUS PS..... 58

Новикова М.С. Разработка микрофокусной рентгеновской трубки в телескопическом режиме..... 59

Раевский Н.Д. Способы защиты от нештатного срабатывания. Ступени защиты. Виды, реализация и их комбинация..... 60

Бирюков Д.О. Моделирование сумматора мощности на микрополосковых линиях..... 61

Данилко В.А. Исследование источников питания для светодиодных светильников..... 62

Королев А.О. Исследование применения аддитивных технологий для электроники и РЭА..... 63

Самохвалов Г.А. Исследование влияния климатических условий на измерительные характеристики электросчетчика на базе микроконтроллера.... 64

Чулин М.Е. Исследование методов измерения и влияния асимметрии тягового тока в рельсовых цепях железнодорожного транспорта..... 65

Подсекция «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»

Каменнов Е.Ю. Анализ системы электроснабжения производственного предприятия..... 66

Молодцов И.Н. Исследование эффективности использования проводов типа Z в линиях электропередачи..... 67

Царев Д.А. Замена трансформаторов напряжения на ПС 110/10 кВ..... 68

Саид Б. Разработка системы электроснабжения зданий с повышенной нагрузкой на систему водоотведения (Бассейн «Радиоволна» РГРТУ)..... 69

Деминцев А.С. Модернизация подстанции напряжением 110/10 кВ..... 70

Гусев И.Д. Применение комплексов микропроцессорной релейной защиты и автоматики при реконструкции систем электроснабжения предприятий..... 71

Дешов В.В. Оптимизация режимов работы системы электроснабжения с солнечными батареями на основе приоритезации суточной генерации..... 72

Кирюхин В.В. Разработка проекта электроснабжения домохозяйства с помощью средств альтернативной генерации электроэнергии..... 73

Макаров Г.С. Проектирование трансформаторной подстанции напряжением 6/0,4 кВ..... 74

Марков А.А. Реконструкция распределительного пункта напряжением 10 кВ..... 75

Сазиков М.А. Мероприятия по повышению надежности цеха предприятия..... 76

Артемкин Н.А. Технологии диагностики и ремонта электрооборудования..... 77

Балмачных В.В. Анализ реконструкции подстанции напряжением 110/10 кВ..... 78

Дмитриев М.П. Анализ реконструкции трансформаторной подстанции напряжением 10/0,4 кВ..... 79

Ефимова Д.С. Особенности проектирования систем электроснабжения населенных пунктов..... 80

Кожин Н.М. Анализ реконструкции трансформаторной подстанции напряжением 110/10 кВ..... 81

Петрушкин И.В. Анализ системы электроснабжения плавильного цеха ОАО «РЖД Локомотиворемонтный завод»..... 82

Смирнов С.Н. Анализ реконструкции подстанции напряжением 110/10 кВ..... 83

Федонина А.В. Особенности проектирования кабельных линий электропередач в условиях городских коллекторов..... 84

Шишова О.С. Особенности систем учета электроэнергии бытовых потребителей.. 85

Привалов Д.В. Анализ режимов работы электродвигателей в системах электроснабжения промышленных предприятий..... 86

Окунев А.Е. Особенности применения распределенной генерации в системах электроснабжения..... 87

Сарафанов М.А. Особенности применения преобразователей частоты в системах электроснабжения промышленных предприятий..... 88

СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Агаршева Ю.С. Производство дополнительного высокооктанового компонента автомобильного бензина в период дефицита толуола..... 90

Алтабаев Е.В. Исследование каталитических систем окисления непредельных углеводородов..... 91

Ойцев М.Д. Исследование возможности использования нефтешлама в качестве вторичного сырья..... 92

Храпова Е.Ю. Исследование зависимости эксплутационных свойств ПВХ мембран от состава..... 93

СЕКЦИЯ АВТОМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ

Мудров Е.П. Симулятор для тестирования оптической связи беспилотной авиационной системы..... 95

Молчанова Т.И. Исследование алгоритма управления нелинейным объектом управления в автоматизированной системе управления виброиспытаниями..... 96

Голикова А.В. Возможные подходы к формализации критериев оценки перегрузок..... 97

Шелобанов А.А. Разработка алгоритмов обнаружения и слежения за воздушными объектами..... 98

Буянкина Я.А. Сегментация малоконтрастных изображений на основе генетического алгоритма..... 99

Губанов И.В. Методы автоматического определения экспозиции в оптико-электронных системах..... 100

Паламарчук А.С. Исследование многопозиционных видов модуляции..... 101

Трошин К.К. Методы повышения точности обработки термографических временных рядов на основе моделей машинного обучения..... 103

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Ганичева Е.Д. Анализ эффективности внедрения программного средства управления электронными документами в организации..... 105

Устинов И.В. Автоматизированная обрезка баз данных 1С: анализ алгоритмов, инструментов и их влияния на архитектуру системы..... 106

Чокой В.Ю. АРМ как мост между веб-платформой и 1С:БУХГАЛТЕРИЯ через протокол FTP и формат JSON..... 107

Лелевкин Е.Е. Проектирование структуры системы для анализа предпочтений клиентов базы отдыха..... 108

Осипов А.Н. Методы обработки и устранения аномалий коммунального биллинга..... 109

Сычикова Е.О. Разработка диаграммы классов для оптимизации нейронной сети по выявлению эмоций в тексте..... 110

Котлубей Р.П. Интеллектуальная система поддержки принятия решений при выборе высшего учебного заведения..... 110

Лазарев А.Ю. Разработка программного модуля геометрической коррекции спутниковых изображений с нейросетевой сегментацией объектов..... 112

Авдеев И.А. Оптимизация архитектуры алгоритмов обработки изображений для ПЛИС..... 113

Пантелеев И.А. Технология подготовки научных публикаций в цифровой среде... 114

Симонов И.Ю. Исследование средств голосового ассистента для корпоративных информационных систем..... 115

СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ»

Никольский М.К. Проектирование технологического процесса электронного модуля первого уровня..... 117

Крючков Е.М. Разработка системы интеллектуального анализа данных с помощью средств визуального моделирования..... 118

Филатов И.А. Оптимизация процессов 3D-печати..... 119

Шукшин М.А. Цифровая трансформация учета и анализа актов удовлетворения рекламаций в цехе гарантийного обслуживания на основе платформы PYTHON/POSTGRESQL..... 120

Янушкевич К.А. Оптимизация работы учетной системы за счет автоматизации операций..... 121

Дунин А.С. Комплексный подход к проектированию автоматизированной системы диспетчеризации ТСПЗ на базе IIOT..... 122

Калинин М.Н. Автоматизированная информационная система подразделения предприятия..... 123

Тарудько И.А. Проектирование технологического процесса для автоматизированного производства корпусных деталей со сложнопрофильной геометрией в среде САПР T-FLEX CAD и ADEM CAM..... 124

Терешина А.А. Анализ автоматизированных информационных систем учёта изделий..... 125

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ И БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА»

Яковлев Т.М. Портативый монитор сигнализации опастных изменений артериального давления..... 127

Елгазин Е.С. Портативная система мониторинга, определения и анализа опасных отклонений работы сердца человека..... 128

СЕКЦИЯ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ, УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»

Апостол В.М. Риск-ориентированный подход к стандартизации метрологических процессов..... 130

Бобкова Е.Р. Критерии отнесения технических средств к испытательному оборудованию..... 131

Епифановский В.О. Оптимизация типового производственного процесса типового изготовления детали..... 132

Келина Н.А. Классификация дефектов при производстве деталей авиационной техники..... 133

Зайцева А.Р. Риск-ориентированное мышление в системе менеджмента качества..... 134

Закупра А.С. Разработка программного обеспечения для метрологического контроля на производстве..... 135

Лобанов Д.М. Идентификация и классификация потерь в процессах испытательной лаборатории как первый этап внедрения бережливого производства.....136

Макарова С.А. Проблемы и перспективы автоматизации процессов метрологической службы на предприятиях..... 137

Манакова Е.О. Совершенствование системы менеджмента качества испытательно-метрологического центра на основе внедрения нормативной документации..... 138

Панина А.А. Анализ нормативной базы и мероприятий по обеспечению нормативных требований на этапах ЖЦП..... 139

Кисвянцева О.А. Опытное применение разработанных проектов нормативных документов по метрологическому надзору..... 139

Хренов Е.П. Совершенствование процессов поверки и калибровки средств измерений в коломенском филиале ФБУ «НИЦ ПМ - РОСТЕСТ» 141

Морозова И.А. Совершенствование системы управления проектом разработки медицинских изделий на этапе НИОКР..... 142

Чернецова Я.Р. Внедрение информационных технологий в процесс обеспечения единства измерений..... 143

СЕКЦИЯ «ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»

Малинин А.Д. Обзор методов и подходов к созданию рекомендательных систем вспомогательных технологий для людей с ограничениями жизнедеятельности..... 144

Кирсанов А.П. Персонализированная модель на основе метеоданных в интеллектуальной системе подбора одежды..... 145

Логинов Д.Ю. Использование модели глубокого обучения VISION TRANSFORMER в задачах компьютерного зрения..... 148

Плешков Б.Д. Гибридная рекомендательная система маршрутов на основе методов машинного обучения и геопространственной оптимизации..... 149

Моисеев А.В. Исследование применения методов искусственного интеллекта в системе сопровождения волонтерской деятельности РГРТУ..... 151

Ветринцев И.А. Сравнительный анализ вычислительной эффективности современных моделей анализа лица для локальных ассистентов..... 152

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

Трохимчук В.В. Применение программных платформ GPU при задаче совмещения изображений..... 154

Кенье Немне Лари Ханс. Управление ИТ-парком и жизненный цикл активов: оптимизация, безопасность и обеспечение соответствия требованиям на всех этапах..... 155

Серебрякова С.С. Сравнительный анализ инструментальных средств тестирования программного обеспечения..... 156

Фонку В.П. Риски безопасности и соответствия требованиям в облачных вычислениях: стратегии проактивного снижения рисков..... 157

Хрисанов А.В. Сравнение алгоритмов распознавания вида растения по изображению его листа..... 158

Юрин Е.А. Формирование наборов данных для алгоритмов семантической сегментации изображений с различными видами растений..... 159

Пушков К.А. Анализ векторов признаков микродвижений антропометрических точек лица..... 161

Шандала С.Д. Исследование и доработка системы генерации отчетов для анализа данных..... 163

Сафин В.Т. Обзор существующих алгоритмов технического зрения для системы контроля территории гаражного кооператива..... 164

Терехов А.В. Проблемы применения алгоритмов технического зрения в интеллектуальных системах автономного вождения..... 165

Ерохина М.В. Интеллектуальная обработка обращений в банковском колл-центре..... 166

Кабанов Д.А. Архитектура программно-аппаратных комплексов фрод-мониторинга: адаптация к сезонным пиковым нагрузкам..... 167

Рудакова А.С. Интеллектуальные технологии в области организации мероприятий..... 168

Субботин Д.А. Современные технологии анализа движений для спортивных комплексов..... 169

СЕКЦИЯ «АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ»

Андреев П.Л. Исследование и разработка приложения для слабовидящих с применением технологий искусственного интеллекта..... 171

Коблов И.А. Система поддержки принятия решений для компьютерного магазина..... 172

Кокшаров М.А. Оптимизация процесса низкоранговой адаптации диффузионных моделей на основе синтетических данных..... 173

Маркина Ю.А. Сравнительный анализ и выбор методов машинного обучения для числовой оценки кредитного рейтинга с данными, аккумулируемых в системе 1С..... 174

Мурашов М.О. Прототип информационной системы управления продажами топлива на АЗС: от анализа бизнес-процессов к цифровой платформе..... 175

Болдачева С.В. Исследование нейросетевого подхода для прогнозирования стоимости недвижимого имущества: сбор, обогащение и подготовка данных.....176

Воробьев В.В. Проектирование системы маркировки товаров..... 177

Зайцева В.М. Исследование моделей систем оперативно календарного планирования на производственном предприятии..... 178

Тагне Т.Р. Проектирование и реализация базы данных для экологического мониторинга крупных животных в парке..... 180

Ханджян Л.В. Управление маркетинговыми кампаниями на основе анализа пожизненной ценности клиента (LTV) в контуре CDP-платформы..... 181

Исаева Е.С. Применение технологий интерактивного мониторинга в сфере автолизинга: новые возможности и управление рисками..... 182

Чуприна А.А. Система раннего предупреждения аварийных режимов энергооборудования..... 183

Шведов К.С. Исследование методов выделения границ перепадов яркостей на изображениях..... 184

Гудков В.С. Инструментарий автоматизации кросс-платформенных продаж в электронной коммерции..... 185

Виноградов Д.Б. Информационная система интерактивной помощи на основе чат-бота для розничной сети..... 186

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

Автамонов А.С. Сравнительный анализ архитектур сверточных нейронных сетей для детекции и сегментации дефектов..... 188

Демченко Н.Ю. Исследование инвариантных моментов ХУ в задаче распознавания образов..... 189

Гоков В.В. Исследование информационных систем обеспечения миграционного учёта иностранных студентов..... 191

Аристархов А.В. Обнаружение шумовых выбросов в облаках точек LiDAR для робототехники..... 192

Емельянов А.В. Интеллектуальная генерация тестовых данных для предметно-ориентированных баз данных..... 192

Железняк А.А. Предварительная обработка сырых изображений нейросетевыми методами..... 194

Красовский Д.Р. Проблемы и задачи при сопоставлении кадров аэрофотосъемки со спутниковыми снимками местности..... 195

Кузнецов Д.Н. Анализ методов управления игровыми объектами при автоматизации игрового процесса с учетом ограничений физических подсистем..... 196

Рудаков Г.А. Исследование информационных систем обеспечения статистического учёта иностранных студентов..... 197

Сафаров Д.А. Метод формирования дескрипторов ключевых точек на основе линейных операторов с векторными масками..... 199

Тулюков В.С. Подходы к автоматической генерации модульных тестов для JAVA-классов с использованием машинного обучения..... 200

Блошкин Я.А. Исследование колоночных баз данных..... 201

Талаева А.В. Исследование эффективности метаэвристических алгоритмов в задаче планирования ресурсов продюсерского центра..... 202

Тимохин Е.М. Метод и программная реализация измерения овальности трубы..... 203

СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Акинин А.С. Исследование эффективности разработки аналитической системы на базе 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ и POWER BL..... 205

Аббасов К.Н. Параллельные вычисления в задаче корреляционного совмещения изображений..... 206

Еськин М.А. Исследование методов интеграции и оптимизации нейросетей для пользовательских интерфейсов и приложений на различных аппаратных платформах..... 207

Петренко А.Д. Оптимизация вычислительного процесса комплекса полётной радиометрической калибровки гиперспектральной аппаратуры на основе параллельных вычислений..... 208

Доркин Д.А. Адаптивные алгоритмы обработки изображений в системах технического зрения на основе кадрированного видеоряда..... 209

Прохин А.И. Исследование алгоритмов анализа и проверки программного кода с применением методов машинного обучения..... 210

Гришин П.Ю. Исследование и проектирование платформы для медицинской информационной системы на основе решения 1С: МЕДИЦИНА БОЛЬНИЦА 2.0..... 211

Дейнего И.С. Исследование и разработка рекомендательной системы по выбору рациона питания..... 212

Мухамитшин Т.Р. Исследование и разработка автоматизированной системы управления производством керамических изделий..... 213

Разоренов М.С. Интеграция прикладных информационных систем в рамках производственного предприятия..... 214

Сысоев М.Э. Исследование и разработка REST API на языке программирования GO..... 215

Есин М.Д. Сравнительный анализ операционных систем для сетевых устройств.... 217

Ларин А.С. Сравнительный анализ подходов к проектированию баз данных для приложения сообщества коллекционеров..... 218

Кирилов А.Н. Исследование методов обработки изображений в системах видео наблюдения..... 219

Юрков Д.М. Исследование, разработка и внедрение системы управления проектами..... 220

СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ»

Брысин В.Ю. Применение методов машинного обучения для прогнозирования дрейфа погрешности средств измерений и оптимизации межповерочных интервалов..... 222

Еримеев Д.А. Выбор алгоритмического подхода к построению рекомендательных систем в онлайн-знакомствах с помощью метрик качества: оценка точности подбора в условиях холодного старта и разреженности данных..... 223

Ермаков А.С. Исследование применения методов искусственного интеллекта в задачах оптимизации производственной линии..... 224

Жупин С.Ю. Исследование методов сжатия видео для потоковой передачи в устройствах с ограниченными вычислительными возможностями..... 225

Масевнин А.А. Исследование команды EXPLAIN ANALYZE для анализа и оптимизации SQL-запросов в POSTGRESQL..... 226

Мелёхин Д.В. Исследование методов оптимизации интервалов обслуживания коммерческого транспорта с использованием нейросетевых технологий.....228

Сеничкин Н.И. Алгоритмы сжатия видео: принципы, стандарты и современные тенденции..... 229

Сурма М.В. Сравнительный анализ алгоритмов сжатия изображений..... 230

Попов Н.А. Сравнительный анализ оконных функций при построении спектрограмм звуковых сигналов..... 231

Семенин И.С. Сравнительный анализ методов автоматического обнаружения объектов на изображении..... 232

Сенькин С.С. Использование ERP-системы для повышения эффективности управления закупками..... 233

Толстунов А.Е. Проектирование геймификационной механики для разработки фитнес-приложения..... 234

Петроченко М.В. Исследование применения алгоритмов принятия решений для оценки работоспособности магазина компьютерной техники..... 236

Трихунков С.С. Анализ методов машинного обучения для предсказания пользовательского поведения..... 237

СЕКЦИЯ «БИЗНЕС-АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ»

Двойнин А.А. Математическое и программное обеспечение системы поддержки принятия решений на основе витрин больших данных..... 239

Васильева Т.С. Исследование эффективности использования веб-сервисов для определения уникальности изображения на основе методов машинного обучения..... 240

Ефимов А.Е. Интеллектуальный анализ данных и прогнозирование объёмов производства..... 241

Денисов В.Э. Экспериментальное исследование влияния индексов и профилирования запросов на производительность реляционных баз данных..... 242

Гусева И.Е. Разработка концепции корпоративной системы управления проектами..... 242

Харитонов А.А. Разработка и модернизация алгоритмов для решения задач автоматизированного составления расписания на производственном предприятии..... 244

Иванов И.С. Исследование алгоритмов машинного обучения для задач автоматизации финансового планирования..... 245

Рябинин А.В. Проектирование и реализация веб-системы на платформе BLAZOR..... 246

Сизова С.В. Разработка динамических инструментов усечения таблиц как средств управления большими объемами данных при сохранности высокой производительности..... 247

Храмова А.А. Анализ и оптимизация форм обратной связи для сайтов различного назначения..... 248

Потемкина Н.А. Структурные подходы организации корпоративных баз знаний.....250

Амелина Д.А. Исследование методов аутентификации в интеллектуальных системах управления доступом..... 251

Зенкин М.Д. Сравнительное исследование качества и скорости обработки русской речи современными моделями машинного обучения..... 252

Стаховский А.В. Сравнительный анализ мультимодальных архитектур в задачах семантической идентификации объектов в реальном времени..... 253

Тришин Е.А. Исследование подходов к обеспечению согласованности данных в микросервисной архитектуре..... 254

Учуватова А.А. Сравнение реляционных и нереляционных баз данных.....256

Недосейкина О.В. Методы и алгоритмы моделирования информационной системы управления заявками..... 257

Королёв К.В. Анализ влияния методов оптимизации на время выполнения CI/CD-конвейеров..... 258

Шереметьев Д.С. Исследование современных способов управления взаимоотношениями с клиентами и оптимизации бизнес-процессов посредством CRM-систем с применением методов процессного майнинга..... 239

СЕКЦИЯ «МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

Кондратов В.Н. Адаптация классических паттернов проектирования к архитектуре фреймворка QT..... 261

Козлова А.А. Параметрические решатели как неотъемлемый компонент CAD-систем..... 262

Зверева А.С. Оценка эффективности систем Security Awareness и разработка сценариев тестирования сотрудников..... 263

Гуськов Н.О. Исследование и анализ архитектур цифровых подстанций..... 264

Кувакин Д.К. Сравнение фреймворков для обнаружения автотранспорта в видеопотоке..... 265

Гуськова А.В. Анализ бизнес-процесса KPI-аналитики ИТ-команды банка..... 266

Богомолов Б.В. Методика оценки качества информационных систем предоставления государственных услуг..... 268

Макарова И.Е. Docs as code: унификация хранения производственной документации и генерация целевых форматов..... 269

Демичев М.А. Автоматизация учёта и мониторинга аренды коммерческой недвижимости..... 270

Денисова К.М. Инструменты комплексной автоматизации продаж в малом предпринимательстве..... 271

Хомутская Д.А. Внедрение концепции «Интеллектуальные транспортные системы» в рамках оптимизации логистики..... 272

Зиновьева О.И. Роль функциональных и многозначных зависимостей в теории нормализации реляционных схем..... 274

Разумеев А.С. Анализ современных учебно-тренировочных средств.....275

Добычина А.В. Сравнительный анализ современных javascript-фреймворков: react, vue и angular с точки зрения соотношения простоты освоения и функциональных возможностей.....276

Прошкин А.С. Разработка фрагмента модели угроз безопасности информации для pacs-подсистемы медицинской организации на основе анализа уязвимостей протокола HL7 FHIR (с учетом спецификации rucore)..... 278

СЕКЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Буторин И.И. Обработка аэрокосмических изображений с применением факторного анализа и web-технологий..... 281

Репин В.Д. Разработка алгоритма системного проектирования миниатюрных микроволновых фильтров..... 282

Цховребов Р.А. Повышение точности оценки характеристик программного обеспечения информационных систем на основе совместного применения объектно-ориентированных и процедурных метрик..... 283

Секция «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА
И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ»

Власова Н.А. Управление сопротивлением персонала при переходе на цифровые платформы: методы и инструменты..... 285

Григорьева Т.В. Российский рынок систем искусственного интеллекта: достижения и перспективы..... 286

Евдокимов М.Д. Применение цифровых технологий для оптимизации производственных процессов..... 287

Копылов Д.А. Планирование трудового процесса и нормирование труда на предприятии..... 287

Ратникова Ю.Р. Совершенствование бизнес-процесса материально-технического обеспечения на предприятии..... 288

Сериков К.Г. Совершенствование организации форм труда на предприятии..... 289

Шлычкова Т.А. Обзор цифровых технологий в индустрии красоты..... 290

Ашивкина Е.А. Сравнительный анализ подходов к цифровой трансформации: от теоретический концепций до методов оценки..... 291

Баранова Е.Д. Повышение эффективности бизнес-процессов организации посредством внедрения систем управления проектами..... 292

Борцов Д.А. Цифровые технологии в строительстве..... 293

Гусельникова Е.Е. Повышение эффективности управления мастер-данными в MDM-системах..... 294

Кузменков А.Б. Обеспечение роста производительности труда на промышленном предприятии на основе соверменнных методов организации производства..... 295

Курсина Е.А. Особенности организации цифрового производства на предприятиях по выпуску высокотехнологичной медтехники..... 296

Наумова А.В. Актуальные проблемы цифровизации предприятий отрасли прудового рыбоводства..... 297

Стурки Я.В. Методы цифровизации в современной стратегии продвижения предприятия..... 298

Беккер А.В. Адаптация производственной программы к сезонным колебаниям спроса..... 299

Горбунов П.С. Анализ рынка электроэнергетики и его проблемы..... 300

Клевков С.Ю. Управление производством в цехах основного производства..... 301

Копнов Р.П. Стратегическая адаптация предприятий контрактного производства в период турбулентности..... 302

Красных И.В. Совершенствование механизма управления технологическими процессами в производстве металлоконструкций..... 303

Миронович А.Д. Специфика разработки стратегии развития полиграфического предприятия..... 304

Каверкин Л.Д. Совершенствование основных бизнес-процессов на предприятии... 305

Кана А.Д. Обзор современных методов организации производства..... 306

Кемта Манто Э. Актуальные проблемы деятельности торговых организаций в республике Камерун..... 307

Ставер А.Т. Проблемы повышения производительности труда на промышленном предприятии..... 308

Кенгне Фонганг Тите Валере. Разработка бизнес-плана организации на примере видеоагентства..... 309

Торженов М.Б. Совершенствование пуско-наладочных работ на подготовительном этапе..... 310

Кузменков А.Б. Управление развитием персонала наукоемких производств в условиях современной экономики..... 311

Смирнова А.А. Типология цифровых образовательных сред СПО..... 312

Серенков В.А. Совершенствование основных бизнес-процессов на предприятиях: теоретический аспект и анализ опыта..... 313

Тчокомени Уэтомдьё Д.М. Проблемы функционирования предприятий дорожно-промышленного комплекса в республике Камерун..... 314

Дорис У.К. IT в развивающихся экономиках: стратегии преодоления препятствий..... 315

Якуан С.А. Проблемы разработки маркетинговой стратегии предприятия в условиях кризиса..... 316

Турки И.А. Совершенствование основных бизнес-процессов на предприятиях с использованием современных систем управления проектами..... 317

Куксов А.С. Модернизация машиностроения на основе использования промышленных роботов..... 317

СЕКЦИЯ «ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ»

Andreev N.A. Development of a voltage stabilizer in a hybrid microelectronics design... 319

Bogomolov A.S. ERP systems for small and medium-sized businesses: performance analysis and practical limitations..... 320

Garmash M.E. Development of intelligent services for an information system with a microservice architecture..... 322

Grafkina K.V. Information system for the identification of vehicle owners..... 323

Groshev V.V. Optimization of the length of connections between modules of the electronic control system using an artificial neural network..... 325

Isaykin A.V. Review and development of artificial neural networks..... 326

Koverdyaev A.I. Features of the application of the genetic algorithm in software-defined networks..... 328

Kostyaeva A. M. Comparative analysis of genetic and memetic algorithms..... 329

Popova A.S. Analitics of customer behavior in tourizm based on big data..... 330

Svetikov D.M. Software implementation and research of swarm algorithms for solving the problem of element placement..... 332

Sokolov N. A. Video camera data monitoring software based on artificial intelligence technology..... 334

Shchevyev O.I. Developing an intelligent system for automatic music transcription using neural networks..... 335

Boldin D.V. Navigation and route planning systems for ground-based mobile robots.... 337

Zotov I.I. Magnetic field reconstruction stand for debugging navigation algorithms of mobile robots..... 338

Kulaev V.G. Vulnerabilities and protection of robotic systems..... 338

Miroshin K.S. Mobile bulk product volume measurement system..... 339

Mudrov E.P. A simulator for testing the optical communication of an unmanned aircraft system..... 340

Safronov I.A. A high-speed orientation system for a UAV optical transceiver..... 342

Kuzmenkov A.B. Digital transformation of a high-tech enterprise: strategy for transition to platform business models (case study of company)..... 343

Torzhenov M.B. Methods for improving commissioning works at the preparatory stage..... 344

Yakovlev T.M. Portable gadget-free blood pressure monitoring and alarm system for dangerous changes..... 345

Elgazin E.S. Portable heart monitor and alarm detection..... 346

Ermakov N.S. The algorithm of the pathology analysis system based on biomedical image data..... 347

Zhuchkova A.S., Mozhaeva O.V. Recognition of gaseous substances using aroma sensors in the electronic nose system..... 347

Zubrilina A.V. Research and analysis of the EEG channel..... 348

Kurbatova A.A. Technology for detecting cardiac disorders using holter's wearable ECG monitor..... 349

Myagkov D.A. System for studying the parameters of the phonocardiogram..... 350

Togulov A.S. Automation of measuring the magnetic field of inductors magnetotherapeutic complex "RELAXMAG"..... 351

Fomin I.O., Balashov A.I. Blood pressure monitoring devices and systems..... 353

Yusupova A.R. Research of an interference-resistant ECG channel..... 354

Zhupin S.Y. Video compression methods for streaming in devices with limited computational capabilities..... 355

Popov N.A. Comparative analysis of window functions for spectrogram formation under noisy conditions..... 356

Potemkina N.A. Navigation and connectivity in corporate knowledge bases..... 357

Semenin I.S. Analysis of the effectiveness of cutout and mixup augmentation in the task of small object detection..... 358

Senichkin N.I. Video compression algorithms: principles, standards and modern trends..... 359

Stakhovskiy A.V. Analysis of existing object identification methods based on visual and textual features..... 360

Surma M.V. A study on spatial-frequency characteristics of raster images for compression tasks..... 361

Uchuvatova A.A. Comparative study of relational and non-relational databases..... 362

Amelina D.A. Research on authentication methods in intelligent access control systems..... 364

Bloshkin Y.A. Columnar databases: optimization of analytical systems in the context of data growth..... 365

Vetrintsev I.A. Comparison of speech segmentation methods for video conference transcription tasks..... 366

Volikova A.K. Market review of modern ai accelerators..... 367

Volosatova N.S. Methods for detecting amber defects using an artificial neural network..... 369

Gvozdkov A.A. Comparative analysis of modern microcontroller platforms for smart home systems..... 370

Gorenyshev M.Y. Using the constructive representation method (C-REP) in creating 3D primitives in FREECAD..... 371

Gudinov N.V. Investigation of error return mechanisms in modern programming languages toolkits: a comparative analysis of C++, RUST and GO..... 372

Dikun V.V. Comparison of message queue systems: database QUEUES, KAFKA and MESSAGE BROKERS..... 373

Elcin N.A. A study of the influence of noise-resistant coding on the reliability of target designation transmission in shortwave channel conditions..... 374

Ermakov A.S. Application of artificial intelligence methods for CNC machine tool path optimization..... 375

Yefimov F.A. True-coherent detection system..... 377

Zharov A.V. Modern methods of automation in production..... 378

Zangin D.D. Comparative analysis of computer vision methods for traffic sign and panel recognition..... 379

Zyuzin F.R. Efficiency and computational complexity of recursive and non-recursive notch filters when adapting to the doppler phase shift of interference..... 380

Kireev M.V. Approaches and models for building automated credit scoring systems based on alternative data..... 381

Kosonozhkin P.S. Design of an autonomous handheld control panel.....383
Makarov A.I. Application of a memory PCB (Printed Circuit Board) test bench..... 383
Marinochkina M.P. Detection and prevention of defects in CNC machines..... 385
Masevnin A.A. Comparative analysis of data access methods when executing select queries in POSTGRESQL..... 386
Nazarov N.A. Procedural generation of three-dimensional scenes in unity.....387
Nikoliukina V.D. Change in search performance in a relational DBMS (POSTGRESQL) when using indexes for JSONB fields..... 388
Petrov R.S. Applying linear regression for sales forecasting in the 1C: trade management system..... 389
Petrochenko M.V. Intelligent decision support frameworks for operational efficiency in E-commerce..... 390
Raykov N.A. Research on the influence of printed conductor bend geometry on high-frequency signal integrity..... 392
Ustyan A.M. Analysis of collaborative and content-based filtering limitations in tourist route recommendation..... 393
Samorukov S.A. Comparative analysis of the effectiveness of ai services and algorithms for automatic audio signal processing.....394
Serdyukov Egor A. Radio over fiber technology.....395
Serebryakova S.S. Selection of test automation tools based on project criteria.....396
Slepushkina R.K. Methods of dynamic gesture recognition in computer vision tasks.....397
Staforkin O.A. UAV stabilization using phase-field model.....399
Terekhanov A.A. PID controller algorithms.....400
Trishin Ye.A. A comparative study of data consistency approaches in JAVA-based microservice architecture.....400
Trokhimchuk V.V. Comparative analysis of image registration methods using graphics processing units..... 402
Filimonchev D.S. Research and development of an algorithm for determining a conflict situation between partners.....403
Khrisanov A.V. Modern approaches to automatic plant identification using leaf images..... 404
Chugunov E.V. The impact of encryption latencies on navigation accuracy in mobile robotic systems..... 405
Shilin S.A. Modern methods of creating printed circuit boards in small production.....406
Бенюб Саид. Развитие электроэнергетики в Алжире.....407

Melyokhin D.V. Investigation of methods for optimizing commercial vehicle service intervals using neural network technologies..... 408

XII научно-техническая конференция магистрантов
Рязанского государственного радиотехнического
университета имени В.Ф. Уткина

Подписано в печать 20.05.2026. Формат бумаги 60×84 1/16.
Бумага писчая. Печать трафаретная. Усл. печ. л.
Тираж экз. Заказ №
Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.
Редакционно-издательский центр РГРТУ.