

XIX Всероссийская научно-практическая конференция

Цифровые технологии в образовании, науке, обществе 2025

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
Петрозаводск, 9—12 декабря 2025 года



ИЗДАТЕЛЬСТВО ПЕТРОЗАВОДСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

PETROZAVODSK STATE UNIVERSITY
PRESS

2025

it2025@petrsu.ru
<https://it2025.petrsu.ru>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ■ Петрозаводский государственный университет ■ Московский международный университет ■ ООО «Интернет-бизнес-системы» ■ ООО «Ай-ФОРС» ■ ООО «СофтСноу»

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ, ОБЩЕСТВЕ

Материалы XIX Всероссийской
научно-практической конференции

(Петрозаводск, 9–12 декабря 2025 года)

Петрозаводск
Издательство ПетрГУ
2025

ISBN 978-5-8021-4343-8

© Коллектив авторов, 2025

© Петрозаводский государственный университет, 2025

УДК 37
ББК 74.0

Редакционная коллегия:
О. Ю. Насадкина (отв. редактор),
Ю. А. Богоявленский,
М. Н. Иванов,
С. А. Кадетова,
Д. Ж. Корзун,
А. Г. Марахтанов

Цифровые технологии в образовании, науке, обществе : материалы XIX
Ц752 Все-российской научно-практической конференции (Петрозаводск, 9–12 декабря
2025 года) / отв. ред. О. Ю. Насадкина ; М-во науки и высш. образования Рос.
Федера- ции, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования
Петрозав. гос. ун-т. – Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2025. – 1 CD-ROM.
– Систем. требования: PC, MAC с процессором Intel 1,3 ГГц и выше; Microsoft
Windows, MAC OSX; 256 Мб (RAM); Adobe Reader; дисковод CD-ROM. –
Загл. с титул. экрана. – Текст. Изображение : электронные.

ISBN 978-5-8021-4343-8

Издание включает материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции «Цифровые технологии в образовании, науке, обществе» (Петрозаводск, 9–12 декабря 2025 года), посвященной вопросам внедрения и использования современных цифровых технологий в образовании, науке, обществе. Тематика сборника: обучение в сфере информационных технологий, цифровые системы и сервисы для всех видов деятельности вуза, технологии искусственного интеллекта, исследования и разработки в сфере ИТ для решения отраслевых задач, ресурсы, технологии и методики электронного обучения, дистанционные технологии, исследования и разработки в сфере ИТ, отечественное программное обеспечение, компьютерное и телекоммуникационное оборудование.

УДК 37
ББК 74.0

Научное электронное издание
Минимальные системные требования:
PC, MAC с процессором Intel 1,3 ГГц и выше; Microsoft Windows,
MAC OSX; 256 Мб (RAM); Adobe Reader; дисковод CD-ROM

© Коллектив авторов, 2025
© Петрозаводский государственный университет, 2025

Научное электронное издание

**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ,
ОБЩЕСТВЕ**

Материалы XIX Всероссийской
научно-практической
конференции

(Петрозаводск, 9–12 декабря 2025 года)

Ответственный за выпуск	<i>Т. В. Климюк</i>
Электронная версия	<i>Е. В. Петрова</i>
Оформление обложки	<i>А. А. Сироткин</i>

Подписано к использованию 08.12.2025. 1
CD-R. 6,3 Мб. Тираж 100 экз. Изд. № 111

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

<https://petrsu.ru>
Тел.: (8142) 71-10-01

Изготовлено в Издательстве ПетрГУ
185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33
[URL: press.petrsu.ru/UNIPRESS/UNIPRESS.html](https://press.petrsu.ru/UNIPRESS/UNIPRESS.html)
Тел./факс: (8142) 78-15-40
nvpahomova@yandex.ru

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель – Коржов С. Т.*к.т.н., доцент, первый проректор ПетрГУ***Балашов Д. И.***к.ф.-м.н., директор физико-технического института ПетрГУ***Барский Е. Д.***начальник учебно-организационного управления
ФГБНУ «Медицинский университет Петровского»***Богоявленский Ю. А.***к.т.н., зав. кафедрой информатики
и математического обеспечения ПетрГУ***Егоркина Е. Б.***директор департамента информационных
технологий АНОВО Московский
международный университет***Ершова Н. Ю.***к.ф.-м.н., зав. кафедрой информационно-измерительных
систем и физической электроники ПетрГУ***Иванов М. Н.***к.э.н., заместитель генерального директора
ООО «СофтСноу»***Кипрушкин С. А.***зам. директора РЦНИТ ПетрГУ***Корзун Д. Ж.***к. ф.-м. н., доцент кафедры информатики
и математического обеспечения ПетрГУ***Марахтанов А. Г.***директор ООО «Интернет-бизнес-системы»,
директор ЦИИ ПетрГУ***Насадкина О. Ю.***к.т.н., директор РЦНИТ ПетрГУ***Печников А. А.***д.т.н., к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Лабора-
тории математической кибернетики Института при-
кладных математических исследований КарНЦ РАН***Рогов А. А.***д.т.н., проф., зав. каф. теории вероятностей
и анализа данных ПетрГУ***Светова Н. Ю.***к.ф.-м.н., директор института математики
и информационных технологий ПетрГУ***Семенов А. В.***к.ф.-м.н., доцент кафедры
информационно-измерительных систем
и физической электроники, начальник отдела
сопровождения проектов ЦИИ ПетрГУ***Сытник А. А.***д.т.н., член-корр. РАО, проф.,
лауреат премии Президента РФ в области образования,
зав. кафедрой Саратовского ГТУ им. Гагарина Ю.А.***Чельшев Н. Д.***к.т.н., директор по обучению ООО «Ай-ФОРС»*

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель – Насадкина О. Ю.*к.т.н., директор РЦНИТ ПетрГУ***Зам. председателя – Марахтанов А. Г.***директор ЦИИ ПетрГУ***Ответственный секретарь – Кадетова С. А.***вед. специалист РЦНИТ ПетрГУ***Бодрякова А. С.***менеджер проектов
ООО «Интернет-бизнес-системы»***Голубев Е. В.***зав. исследовательской лаборатории функционирования
информационной инфраструктуры РЦНИТ ПетрГУ***Кипрушкин С. А.***зам. директора РЦНИТ ПетрГУ***Крупина Л.А.***программист РЦНИТ ПетрГУ***Романова А. А.***ведущий специалист ЦИИ ПетрГУ***Сафронова Л. М.***зам. гл. бухгалтера ПетрГУ***Семенов А. В.***к.ф.-м.н., доцент кафедры
информационно-измерительных систем
и физической электроники, начальник отдела
сопровождения проектов ЦИИ ПетрГУ***Суворов И. О.***начальник отдела телекоммуникационных систем
и сетевых технологий РЦНИТ*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ МАТЕМАТИЧЕСКИХ УТВЕРЖДЕНИЙ НА ЯЗЫКЕ LEAN С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИИ

© Ананьин Е. М., Димитров В. М.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

dimitrov@cs.petrso.ru

Данная работа посвящена решению фундаментальной задачи на стыке искусственного интеллекта и формальной математики – автоматизации доказательства теорем. Актуальность проблемы обусловлена растущей сложностью математических доказательств, создание которых может занимать годы. В качестве целевой платформы выбран язык программирования и доказательства теорем Lean 4, обладающий мощными возможностями метапрограммирования. В работе проведен анализ современных подходов к генерации доказательств, таких как LeanDojo и DeepSeek-Prover, и выявлена ключевая проблема – высокий порог входа из-за колоссальных требований к вычислительным ресурсам. Для преодоления этого ограничения была разработана клиент-серверная система, интегрированная в среду Lean и использующая предобученную модель для генерации тактик. Практическим результатом стала реализация двух специализированных тактик (`gen_tactic` и `gen_aesop`), которые позволяют получать интерактивные подсказки по ходу доказательства и комбинировать ИИ-генерацию с автоматическим поиском.

Ключевые слова: автоматическое доказательство теорем, Lean 4, генерация тактик.

AUTOMATING THE PROOFS OF MATHEMATICAL STATEMENTS IN LEAN USING AI TECHNOLOGIES

© Ananin E. M. Dimitrov V. M.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

This paper addresses a fundamental problem at the intersection of artificial intelligence and formal mathematics: automated theorem proving. The relevance of this problem stems from the growing complexity of mathematical proofs, which can take years to develop. The target platform chosen is the Lean 4 programming and theorem proving language, which boasts powerful metaprogramming capabilities. The paper analyzes modern proof generation approaches, such as LeanDojo and DeepSeek-Prover, and identifies a key issue: the high entry barrier due to the enormous computational resource requirements. To overcome this limitation, a client-server system was developed, integrated into the Lean environment and using a pretrained model to generate tactics. The practical result is the implementation of two specialized tactics (`gen_tactic` and `gen_aesop`), which provide interactive hints during the proof and combine AI generation with automated search.

Key words: automated theorem proving, Lean 4, and tactics generation.

С каждым годом технологии искусственного интеллекта получают все большее распространение. На данный момент ИИ используется в самых разнообразных сферах: распознавание лиц, голоса, задачи по обнаружению каких-либо объектов, поиск решений для различных задач, генерация текста/картинок и т. д.

Одной из областей, в которой применяются методы машинного обучения, является математика. Задачи современной математики зачастую требуют очень обширных знаний и сложных доказательств, на создание которых требуются годы или даже столетия. Очевидно, что здесь автоматизация поиска доказательств сыграла бы существенную роль в развитии математики как науки. На данный момент ведется активное развитие в этом направлении, и даже крупные компании делают свой вклад. Например, Google создала нейросеть AlphaProof, которая смогла решить задачи из международной математической олимпиады IMO [1]. Однако на данный момент методы генерации доказательств все еще остаются достаточно слабыми в сфере высшей математики.

Данная работа посвящена решению фундаментальной задачи на стыке искусственного интеллекта и формальной математики – автоматизации доказательства теорем. Актуальность этой проблемы обусловлена тем, что современные математические задачи требуют все более сложных и объемных

доказательств, создание которых может занимать годы. Использование ИИ для их генерации способно значительно ускорить развитие математики как науки. В качестве целевой платформы был выбран современный язык программирования и доказательства теорем Lean 4 [2], который обладает рядом критически важных преимуществ: это не только мощная система метапрограммирования, позволяющая расширять сам язык, но и полноценная поддержка функционального программирования, а также активное сообщество разработчиков.

Глубокий анализ современных исследований, таких как LeanDojo [3] и DeepSeek-Prover [4], выявил два основных подхода в этой области: генерация доказательств целиком и пошаговая генерация тактик. Эти проекты демонстрируют впечатляющие результаты – например, модель из LeanDojo решает 51.2% теорем в своем бенчмарке, – однако они требуют колоссальных вычислительных ресурсов, часто недоступных для индивидуальных исследователей. Для создания собственного набора данных был разработан специализированный алгоритм на самом Lean, который использует метапрограммирование для извлечения не только финальных доказательств из библиотек Mathlib, FLT и PhysLean, но и их промежуточных состояний, что крайне важно для обучения модели понимать логику построения доказательства.

Практическая попытка обучения модели на основе архитектуры byt5-small столкнулась с непреодолимыми аппаратными ограничениями. Для обучения требовались графические ускорители с объемом памяти около 80 ГБ, в то время как доступные ресурсы – локальная машина и облачная среда Google Colab – предлагали на порядок меньше. Это объективно отражает одну из ключевых проблем в области ИИ сегодня – высокий порог входа из-за требований к вычислительной мощности. В связи с этим для интеграции в финальную систему была выбрана готовая, но эффективная модель `kaifu/leandojo-lean4-tacgen-byt5-small` [5], показывающая результат в 48.1% решенных задач и адаптированная под актуальные версии Lean.

Архитектура реализованной системы была сознательно спроектирована как клиент-серверная. Серверная часть, написанная на Python с использованием FastAPI, загружает модель через библиотеку Transformers [6] и обрабатывает HTTP-запросы в формате JSON. Клиентская часть представляет собой полноценную библиотеку на Lean, что позволяет пользователям работать в привычной среде (VS Code) без необходимости переключения между инструментами. Такое разделение не только обеспечивает кроссплатформенность, но и повышает отказоустойчивость: ошибка в одной из подсистем не приводит к полному краху другой.

Ключевым результатом работы стала реализация двух специализированных тактик. Тактика `gen_tactic` генерирует несколько вариантов решений (количество настраивается через `LeanSeek.num_tactics`) и отображает их в виде интерактивных подсказок прямо в редакторе кода. Более сложная тактика `gen_aesop` интегрирует ИИ-генерацию с автоматическим поиском доказательств библиотеки Aesop, создавая гибридный подход, который комбинирует скорость алгоритмического поиска с креативностью языковой модели. Для их реализации был использован механизм элаборации Lean, позволяющий получать доступ к текущему состоянию доказательства (целям и контексту) на момент вызова тактики.

Технической особенностью реализации стало решение использовать утилиту `curl` для сетевого взаимодействия, поскольку на момент разработки стандартная библиотека Lean не имела встроенных HTTP-клиентов. Механизм виджетов Lean был адаптирован для отображения сгенерированных тактик в виде кликабельных подсказок, аналогично встроенным тактикам вроде `simp?`. Это обеспечивает бесшовный пользовательский опыт.

Таким образом, в результате проделанной работы создана не просто теоретическая модель, а практический, готовый к использованию инструмент, интегрированный в экосистему Lean. Он демонстрирует, как даже без обладания суперкомпьютерными мощностями можно эффективно использовать последние достижения в области ИИ для ассистирования в математических доказательствах. Разработанная система открывает путь для дальнейших улучшений, таких как подключение более мощных моделей или создание более специализированных наборов данных для конкретных областей математики.

Библиографический список

1. AI achieves silver-medal standard solving International Mathematical Olympiad problems [электронный ресурс] // Google DeepMind. 2024. URL: <https://deepmind.google/>.
2. Programming Language and Theorem Prover – Lean [электронный ресурс]. URL: <https://lean-lang.org/>.

3. Kaiyu Yang и др. LeanDojo: Theorem Proving with Retrieval-Augmented Language Models [электронный ресурс] // arXiv. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2306.15626>.
4. Huajian Xin и др. DeepSeek-Prover-V1.5: Harnessing Proof Assistant Feedback for Reinforcement Learning and Monte-Carlo Tree Search [электронный ресурс] // arXiv. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2408.08152>.
5. kaiyuy/leandojo-lean4-tacgen-byt5-small · Hugging Face [электронный ресурс] // Hugging Face – The AI community building the future. URL: <https://huggingface.co/kaiyuy/leandojo-lean4-tacgen-byt5-small>.
6. Transformers [электронный ресурс] // Hugging Face – The AI community building the future. URL: <https://huggingface.co/docs/transformers/en/index>.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

© Афанасьева В. В., Кулаков К. А., Чистяков Д. Б.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

vichka.privalova.05@mail.ru, kulakov@cs.petrso.ru

Прогнозирование объемов продаж является важным инструментом управления бизнесом, позволяющим эффективно распределять ресурсы и минимизировать остатки продукции. В рамках работы выполняется разработка системы прогнозирования объемов продаж сети пекарен на базе анализа временных рядов с привлечением искусственного интеллекта.

Ключевые слова: методы прогнозирования, временные ряды, искусственный интеллект.

SALES FORECASTING WITH MACHINE LEARNING

© Afanasyeva V. V., Kulakov K. A., Chistyakov D. B.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

Sales forecasting is an important business management tool, enabling efficient resource allocation and minimizing inventory. This project involves developing a sales forecasting system for a bakery chain based on time series analysis and artificial intelligence.

Key words: forecasting methods, time series, artificial intelligence.

Прогнозирование объемов продаж – это научный процесс оценки будущих объемов реализации товаров и услуг компании. Он основан на анализе исторических данных и помогает принимать обоснованные бизнес-решения, планировать ресурсы, управлять запасами и бюджетами.

В рамках работы выполняется разработка системы прогнозирования объемов продаж для сети торговых точек по продаже кондитерских изделий. Существующая система определения вручную объемов продаж приводит к появлению больших остатков или к раннему окончанию продукции.

Существует два основных подхода к прогнозированию продаж: субъективный и объективный. Субъективные методы основаны на мнениях и опыте экспертов. Они применяются, когда исторические данные недостаточны или отсутствуют, например, при запуске новых продуктов или выходе на новые рынки. Такие методы включают экспертные оценки, опросы клиентов и использование аналогий с похожими товарами.

Объективные методы прогнозирования опираются на обработку и анализ исторических данных о продажах с помощью статистических и математических моделей. К ним относятся методы анализа временных рядов, регрессионный анализ и современные алгоритмы машинного обучения [1–3].

Для повышения качества прогнозирования требуется учет множества факторов, например день недели и погодные условия. Однако алгоритм влияния факторов сложно выявляется и описывается. Для решения этой задачи используются механизмы машинного обучения и нейронные сети.

В качестве источника данных для анализа выступает последовательность ежедневных отчетов о продажах товара в торговой точке. В отчете содержится информация о количестве проданных единиц

товара и количестве остатков. Дополнительными источниками выступают сторонние базы данных (например, история погоды) и местоположение торговой точки.

Для построения модели рассматриваются статистические модели (множественная регрессия), нейронные сети и деревья решений. Ключевой проблемой выступает отсутствие информации об объемах спроса: если в ежедневном отчете остаток равен нулю, то неизвестно сколько еще можно было продать единиц товара. Таким образом, можно оценить работу модели только на отчетах с ненулевыми остатками.

Разработанная система позволит выполнить прогнозирование каждой торговой точки с учетом ее местоположения и, в результате, минимизировать остатки товара и увеличить прибыль. Также перспективным направлением выступает определение степени влияния факторов и анализ «удачности» мест под новые торговые точки.

Библиографический список

1. Валиахметова Ю. И., Идрисова Э. И. Применение методов машинного обучения в области прогнозирования объема продаж с учетом динамически изменяющихся признаков // StudNet. 2020. Т. 3. № 10. С. 99.
2. Маркова Е. В. Прогнозирование трендов и изменений в потребительских предпочтениях с помощью алгоритмов машинного обучения // Экономика, менеджмент, финансы: Актуальные вопросы. 2024. С. 37.
3. Брюхнова В. О., Цуканова Н. И. Ансамбли нейронных сетей при прогнозировании объемов продаж в торговой сети // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. Т. 66. С. 90–98.

ЧЕТВЕРТАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОЛИТИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЕ XXI ВЕКА

© Безбородов М. И.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
mibezborodov@gmail.com

Статья посвящена анализу трансформации политических систем под воздействием четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0) и цифровых технологий. Исследуется проблема переосмысления фундаментальных категорий политической теории – суверенитета, легитимности, демократии и государственной власти в контексте цифровизации общественных отношений. В современных международных отношениях формируется новая политическая парадигма, где технологические платформы становятся субъектами политического процесса, а традиционные институты переживают период структурного переопределения, категория власти всё в большей степени реализуется не через территориальный контроль и юридические институты, а через управление потоками данных, предиктивное моделирование поведения и платформенную инфраструктуру.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, цифровой суверенитет, алгоритмическое управление, цифровой капитализм, искусственный интеллект, цифровые платформы, цифровой утопизм, политика.

THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION AND DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE POLITICAL PARADIGM OF THE 21ST CENTURY

© Bezborodov M. I.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The article analyzes the transformation of political systems under the influence of the fourth industrial revolution (Industry 4.0) and digital technologies. The article examines the rethinking of the fundamental categories of political theory – sovereignty, legitimacy, democracy and state power in the context of digitalization of public relations. A new political paradigm is being formed in modern international relations, where

technological platforms are becoming subjects of the political process, and traditional institutions are going through a period of structural.

Key words: Industry 4.0, digital sovereignty, algorithmic management, digital capitalism, artificial intelligence, digital platforms, digital utopianism, politics.

Традиционные институты власти, сформированные в эпоху модерна, сталкиваются с вызовом, нерешаемым с использованием старых методов бюрократического администрирования. Цифровые технологии перестали быть нейтральным инструментом и превратились в среду политического и социального действия, диктующую собственную логику властных отношений. Динамично развивающиеся цифровые технологии – Искусственный Интеллект, Интернет Вещей, Big Data, блокчейн – не являются нейтральными инструментами; они – институциональные агенты, переформатирующие политические решения, создавая новые формы цифрового авторитаризма и, потенциально, техно–демократии.

Политическая наука традиционно рассматривала процессы индустриализации и технологические изменения как факторы, влияющие на экономическую базу и социальную стратификацию. Четвертая промышленная революция, определяемая как слияние физического, цифрового и биологического миров, представляет собой качественный скачок, проникающий непосредственно в категорию политической власти и природу суверенитета.

Само отличие четвертой промышленной революции от предыдущих промышленных революций заключается не только в темпах технологических изменений, но и в качественной трансформации субъектности и агентности в политическом поле. Если третья промышленная революция (цифровая революция 1970–2000-х гг.) привнесла технологический инструментарий в политические процессы, оставляя при этом человека в центре политического действия, то четвертая – смещает это соотношение. Искусственный интеллект, большие данные, интернет вещей и облачные вычисления становятся не просто инструментами политического управления, а самостоятельными акторами политических процессов, формирующими условия для человеческого действия. Четвертая промышленная революция принципиально отличается от первых трех. Первые три революции промышленные – это то, что сам человек и общество делали с миром. Четвертая промышленная революция – это то, что мир делает с людьми.

В парадигме XXI века суверенитет становится «гибридным». Государство теряет монополию на контроль информационного пространства, уступая часть функций транснациональным технологическим корпорациям (Big Tech).

Это порождает конфликт двух политических векторов: вектор территории – стремление государств возвести «цифровые границы» (пример «Золотого щита» в Китае или концепции суверенного интернета в РФ), вектор цифрового потока – природа цифровых данных, стремящаяся к детерриторизации и игнорированию национальных юрисдикций. Так, появляются новые акторы – цифровые платформы, де-факто обладающие атрибутами «суверенного государства»: цифровые платформы устанавливают правила (модерация контента как законодательство), следят за его исполнением (алгоритмы как полиция) и выносят вердикты (блокировка как цифровое заключение под стражу).

В условиях четвертой промышленной революции суверенитет можно определить как способность государства сохранять контроль над: (1) своей информационной инфраструктурой; (2) потоками данных о своих гражданах; (3) алгоритмическими процессами, формирующими поведение и сознание населения. Это не отрицает классическое определение суверенитета, но добавляет к нему новое измерение – цифровое.

Концепция цифрового суверенитета содержит в себе и столкновение интересов между четырьмя акторами: национальным государством, технологическими корпорациями, транснациональными организациями и гражданским обществом. Каждый из которых претендует на контроль над компонентами цифровой инфраструктуры и, следовательно, над политической реальностью.

Россия, Китай, Европейский союз и США демонстрируют различные стратегии достижения цифрового суверенитета. Китайский подход («кибер–суверенитет») базируется на централизованном государственном контроле над интернет–инфраструктурой и алгоритмическом управлении информационными потоками. Европейская модель (GDPR, Digital Services Act) ориентирована на защиту индивидуальной приватности и ограничение власти технологических корпораций. Американская парадигма оставляет пространство для саморегулирования технологических компаний при минимальном

государственном вмешательстве. Российская позиция занимает промежуточную позицию, стремясь к разумному балансу между государственным регулированием и рыночным механизмом.

Представительная демократия XX века предполагала, что граждане, выбирая своих представителей, делегировали им полномочия принимать решения на основе собственного суждения. Современные же цифровые технологии трансформируют эту парадигму несколькими способами.

С одной стороны, социальные медиа и платформы создали структуры, где политическое мнение формируется не через традиционные институты (политические партии, профсоюзы, гражданские организации), а через алгоритмически сконструированные фильтры. Алгоритмы социальных сетей, заточенные на удержание внимания через эмоциональное вовлечение, создают эхо-камеры и «пузыри фильтров». Это ведет к радикализации политического дискурса и невозможности достижения консенсуса. Истина перестает быть объективной категорией, подтверждаемой фактами, и становится функцией от количества «лайков» и репостов. Алгоритмы, обучающиеся на исторических данных, часто воспроизводят и усиливают существующие социальные и расовые предубеждения. Микротаргетинг позволяет политическим технологам обращаться к избирателю, минуя рациональную критику, напрямую воздействуя на страхи и бессознательные драйверы. Рекомендательные системы социальных сетей не нейтральны, а оптимизированы на максимизацию времени пребывания пользователя и, как следствие, усиливают поляризацию и усиление противоположных политических позиций. Концентрация данных позволяет технологическим компаниям и государственным структурам осуществлять микротаргетирование политических сообщений.

Если в классической теории государства власть основывалась на контроле территории и населения, то в цифровую эпоху контроль над данными становится все более определяющим фактором политической мощи (силы). Данные о поведении, предпочтениях, местоположении, социальных связях и психологическом состоянии граждан становятся сырьем для отправления государственной власти и корпоративного контроля.

Государства все активнее инвестируют в инфраструктуру цифрового надзора. Массовая централизация персональных данных от биометрических данных до истории браузера создает возможность для беспрецедентного контроля над гражданами. Китайская система социальных рейтингов, интегрируемая отечественная система распознавания лиц в общественных местах, европейские базы данных о миграции – все это примеры того, как четвертая промышленная революция позволяет государству использовать современные методы цифрового контроля.

Одно из наиболее интригующих явлений в современной политике – это квазирелигиозный характер верования в технологический прогресс и цифровую трансформацию. Светская секуляризационная парадигма, предполагавшая движение от религии к науке и рациональности, переживает перестройку: технология сама становится объектом веры.

Четвертая промышленная революция способствовала появлению нового вида политической утопии – цифрового утопизма – веры в то, что технологии «вирусно решат» социальные проблемы – приобретает черты религиозного дискурса. Это порождает техно-оптимизм сторонников полной интеграции цифровых технологий в политический и общественный порядок через искусственный интеллект, блокчейн и виртуальную реальность.

В тоже время четвертая промышленная революция ставит перед политической наукой экзистенциальный вопрос: кто будет субъектом истории в XXI веке – человек или алгоритм? Парадокс цифровой эпохи заключается в том, что те же самые технологии и логики, которые порождают утопические надежды, также создают условия для цифрового тоталитаризма. Утопическое видение цифровой технологии как решения требует масштабирования – охвата большего числа людей, большего количества данных, большей интеграции систем. При этом же данная логика развития понимания неизбежно приводит к политической концентрации власти в руках тех, кому принадлежит инфраструктура. Утопический дискурс говорит об оптимизации всех аспектов жизни – от медицины до образования, от транспорта до управления. При этом оптимизация через алгоритмы требует определения единого критерия эффективности, что неизбежно приводит к цифровым стандартам мышления и контроля. Примером являются социальные медиа платформы, созданные с утопической целью «соединить людей» и «дать голос каждому». В реальности же эти платформы стали одним из наиболее мощных инструментов контроля над сознанием и манипуляции общественным мнением, когда-либо созданных. Политическая субъектность гражданина размывается: гражданин превращается из активного участника политического процесса («*zoon politikon*» по Аристотелю) в объект алгоритмической обработки, «пользователя» демократических процедур.

Будущее политики будет определяться не столько классическими геополитическими конфликтами, сколько установление контроля над цифровой инфраструктурой, алгоритмами и данными. Источником власти становится не только обладание средствами производства или средствами принуждения, но и контроль над алгоритмами и инфраструктурой данных. Институционально мощный агент (ИИ) требует переосмысления политической ответственности и легитимности принимаемых решений. Национальный суверенитет более не является абсолютным и неделимым, а становится гибридным, вынужденно разделенным с транснациональными корпорациями (Big Tech), обладающими «суверенитетом данных» с трансграничными киберугрозами. Неравный доступ к ресурсам четвертой промышленной революции усугубляет социально-экономическое неравенство, что усиливает и в политическое неравенство и формирует новый цифровой класс – «информационно исключенных», чьи интересы игнорируются в политике «умных» систем.

Библиографический список

1. Иванов К. В., Балякин А. А., Малышев А. С. Технологии больших данных как инструмент обеспечения национальной безопасности // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2020. Т. 13. № 1. С. 7–19.
2. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура: Пер. с англ. под науч. ред. О. И. Шкаратана. М.: ГУ ВШЭ, 2000/
3. Искусственный интеллект и геополитика: доклад. / Е. Н. Пашенцев, В. Б. Козюлин; ДА МИД России. Москва, 2024.
4. Торкунов А. В. Цифровая трансформация и искусственный интеллект в преобразовании политического мира. Полис. Политические исследования. 2025. № 5. С. 24–35.
5. Федорченко С. Н. Алгоритмизация власти: цифровые метаморфозы политических режимов и суверенитета / С. Н. Федорченко // Журнал политических исследований. 2021. Т. 5. № 2. С. 3–18.
6. Шваб К. Технологии Четвертой промышленной революции / К. Шваб, Н. Дэвис; редактор К. Ахметов; перевод с английского: К. Ахметов [и др.]. Москва: Эксмо, 2023.
7. Шваб К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. «Эксмо», 2016.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ КОНТЕКСТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА МНОГОУРОВНЕВОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СЕНСОРОВ

© Богоявленская О. Ю.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

olbgvl@petrsu.ru

В современных интеллектуальных и автономных системах широко используются сенсоры для сбора информации разного уровня. Накопление больших объемов данных порождает ряд проблем производительности. Для их решения разработана распределённая архитектура многоуровневой обработки данных, в которой периферийные устройства выявляют данные, которые потенциально могут содержать новые для системы знания. Только эти данные направляются интеллектуальному ядру системы для дальнейшего анализа. Для реализации этих задач также разработан ряд алгоритмов, которые позволяют существенно снизить нагрузку на инфраструктуру передачи данных и затраты вычислительных ресурсов.

Ключевые слова: распределенная система, сенсор, интеллектуальная среда, периферийные вычисления.

DISTRIBUTED CONTEXT-ORIENTED ARCHITECTURE OF MULTI-LEVEL KNOWLEDGE DISCOVERY

© Bogoiavlenskaia O. I.
Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

For modern intelligent and autonomous systems sensors are widely used to acquire data at various levels. Enormous amounts of data lead to substantial performance shortcomings. We developed a distributed multi-level data processing architecture and several algorithms that significantly reduce the load on data communication infrastructure and computational facilities. Peripheral devices identify data that could potentially contain novel knowledge for the system. Only these data are forwarded to the system intellectual core for further analysis.

Key words: distributed system, sensor, intellectual environment, Peripheral computation.

В современных интеллектуальных средах и автономных системах широко используются микро-электромеханические системы (сенсоры) для сбора информации о состоянии внешней среды и отдельных элементов самих систем. В настоящее время накоплены весьма обширные объемы данных, Миллиарды датчиков, развёрнутых вокруг нас и подключенных к инфраструктуре передачи данных, позволяют осуществлять мобильное зондирование и сбор информации весьма широкого спектра. Это, в частности, инерциальные данные, данные о местоположении, температуре, влажности, уровне магнитного поля, голосовые и видео-данные, ряд других. По сведениям, приведенным в [1] в 2010 году общий объем собранных данных превысил один зеттабайт (ЗБ). К концу 2011 года этот показатель вырос до 1,8 ЗБ. Ожидалось, что к 2020 году будет достигнут уровень 35 ЗБ.

В настоящее время благодаря технологиям облачного хранения и обработки данных, а также развитию алгоритмов и методов искусственного интеллекта эффективные решения проблем управления большими объемами данных и извлечения знаний из них сделали возможными разработку и внедрение распределённых приложений поддержки в сферах управления транспортной инфраструктурой, финансами, промышленными предприятиями, в области мониторинга окружающей среды и в приложениях, ориентированных на человека: управление и интерпретация медицинских данных, приложения персонализированной поддержки, голосовые помощники, т.н. умные среды – умный дом, рабочее пространство, город. Дальнейшее развитие периферийных и туманных вычислений позволило в некоторой степени снизить нагрузку на центральные подсистемы инфраструктуры облачных сервисов. Тем не менее, в настоящее время можно наблюдать ряд проблем, порождённых высокой активностью сенсоров. В частности, сбор больших объемов данных и необходимость передачи их по беспроводной сети создают существенную нагрузку на сами сенсоры и приводят к интенсивному расходу заряда батареи, значительно сокращая срок бесперебойной службы отдельного периферийного устройства. Также задачи управления большими объемами данных по-прежнему требуют значительных вычислительных и инфраструктурных ресурсов, которые имеют высокую стоимость как приобретения, так и аренды (например, инфраструктура с оплатой по факту использования). Однако основная проблема, на наш взгляд – в подавляющем большинстве случаев отсутствует необходимость / заинтересованность в масштабном сборе и анализе данных.

В целом парадигма массового сбора данных развивалась в период интенсивного развития фундаментальных основ современных методов анализа данных и извлечения знаний, и в силу этого была адаптирована для задач верификации разрабатываемых методов, настройки их параметров и экспериментальных исследований, см., например [2; 3]. Однако, основная цель современных интеллектуальных приложений – извлечение знаний об окружающей среде и состоянии аппаратных элементов автономных систем. С этой точки зрения ценность представляют только данные, содержащие новые знания, которыми еще не обладает интеллектуальное ядро управления. В подавляющем большинстве случаев поток новых данных имеет существенно более низкую интенсивность по сравнению с интенсивностью потоков данных, порождаемых сенсорами. Как правило, последние генерируют данные с интервалом от десятков миллисекунд до нескольких минут, в то время как новые данные в подавляющем большинстве случаев могут не появляться в течение десятков минут или нескольких часов. В этом контексте необходима предварительная классификация данных, которая позволит выделить измерения, представляющие потенциальный интерес и могущие содержать сведения о новых обстоя-

тельствах в состоянии интеллектуальной среды или автономной системы, требующие ее реакции и построении управления.

Для решения этой задачи нами разработана распределённая архитектура многоуровневой обработки данных, позволяющая разделить функцию извлечения знаний между всеми аппаратными элементами интеллектуальной среды или автономной системы, делегируя этапы предварительной классификации периферийным устройствам. Периферийные вычислительные мощности решают задачу выявления данных сенсоров, которые могут содержать новые знания и, следовательно, потенциально представляют интерес для дальнейшего анализа. Тем самым существенно снижается нагрузка на беспроводную сеть и вычислительные ресурсы интеллектуального ядра системы. Разработан ряд алгоритмов, которые позволяют выявлять такие данные, а также проводить контекстную коррекцию результатов работы интеллектуальных алгоритмов и методов, требующих высоких вычислительных затрат. Периферийные устройства осуществляют предварительный отбор данных, выделяя те из них, которые потенциально могут содержать новые сведения о состоянии системы и окружающей среды. Последние передаются интеллектуальному ядру системы, где алгоритмы классификации и распознавания (методы случайный лес, градиентный бустинг, логистическая регрессия, нейросетевые модели) извлекают из данных сенсоров новые знания. Для определения периодов активности периферийных устройств и настройки параметров алгоритмов используется контекстно-ориентированный подход.

Библиографический список

1. Perera Charith, Talagala Dumidu, Liu Chi Harold, Estrella Julio. Energy-Efficient Location and Activity-Aware On-Demand Mobile Distributed Sensing Platform for Sensing as a Service in IoT Clouds // IEEE Transactions on Computational Social Systems. 2016. 2. 10.1109/TCSS.2016.2515844.
2. Tu C., Takeuchi E., Carballo A., Miyajima C., Takeda K. Motion Analysis and Performance Improved Method for 3D LiDAR Sensor Data Compression // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. Jan. 2021. Vol. 22. No. 1. P. 243–256. DOI: 10.1109/TITS.2019.2956066
3. Vinco Gabriella, Jlassi Oussama, Garcia Frederic, Ley Christophe, Dixon Philippe, Grimm Bernd. Wearable sensor monitoring of walking on different surfaces as a digital outcome: deep learning model performance with sensor and class reduction // Orthopaedic Proceedings. 2025. 107-B. 6-6. 10.1302/1358-992X.2025.6.006

МОДЕЛЬ КОСВЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ОДНОПОЛОСНОМ УЧАСТКЕ

© Богоявленская О. Ю., Рего Г. Э., Корзун Д. Ж.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
olbgvl@cs.petrso.ru

Разработана модель косвенного взаимодействия для управления движением лесозаготовительной техники на однополосном участке лесной дороги. Для этой цели используется модель подписка / публикация. Разработана модель управления однополосным участком в виде набора целей и ограничений, архитектура системы управления, модель сетевого обмена данными между участниками движения.

Ключевые слова: лесозаготовительная техника, модель подписок, сетевое взаимодействие, Интернет вещей.

THE MODEL OF INDIRECT INTERACTION FOR LOGGING MACHINERY MOVEMENT CONTROL ON A SINGLE LANE ROAD

© Bogoiavlenskaia O. I., Rego G. E., Korzun D. G.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

A model of indirect interaction has been developed to control the movement of logging equipment on a single-lane forest road. With the aim a subscription/publication model is used. A single-lane movement con-

trol model has been developed in the form of a set of goals and restrictions, as well as an architecture for the management system and a model for network data exchange between traffic participants.

Key words: logging equipment, subscription model, IoT, and networking.

В сфере лесного хозяйства строительство дорог обеспечивает доступ к лесным массивам и эффективность работ. Традиционными проблемами здесь являются высокие затраты и экологического воздействия [1]. Широкое применение двухполосных дорог ведет к значительному удалению лесного покрова, снижает биоразнообразие. Вырубка, планировка и поддержание инфраструктуры увеличивают эксплуатационные расходы лесозаготовителей. Более выгодны однополосные дороги, с т. н. «карманами» – расширениями, достаточными для нескольких транспортных средств (ТС). Использование однополосных дорог без / с разреженными карманами значительно повысит экономическую эффективность проектов и снизит нагрузку на биосистемы. Поэтому разработка системы управления движением лесозаготовительной техники на однополосных участках является актуальной [2] (см. рис. 1).

Для решения этой задачи используются: радиосвязь и светофор с переключением сигналов. Радиосвязь выгодна низкой стоимостью внедрения, однако зависит от человеческого фактора. Светофор позволяет автоматически чередовать разрешение на движение, однако не адаптируется к изменениям текущих условий.

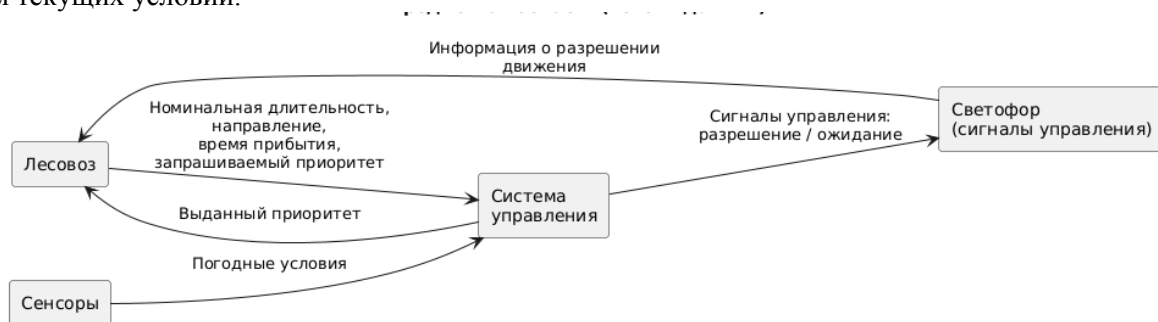


Рис. 1. Проблема управления лесозаготовительной техникой на однополосном участке

В работе представлена система регулирования движением, которая позволит устранить проблемы, перечисленные выше, основанная на сочетании методов нечеткой логики и сверточных нейронных сетей. Также разработаны архитектура системы управления, модель сетевого обмена данными между участниками движения.

Последняя основана на асинхронной, событийно-ориентированной передаче сообщений, являющейся независимой от выбранного алгоритма координации движения [3]. Для реализации обмена данными между программными модулями ТС, системы управления движением, контроллеров светофоров и мета-датчиков используется модель публикации/подписки [4]. Последняя реализует не прямое взаимодействие программных агентов на основе семантического информационного брокера (СИБ). Каждый участник может являться как поставщиком данных – публикует их в общем хранилище – так и их потребителем. Последние осуществляют подписку в СИБ и получают уведомления по мере обновления данных. Все участники (за исключением метеостанции и контроллера семафоров) являются одновременно поставщиками и потребителями данных. Рассмотрим виды публикаций и уведомлений (см. рис. 2).

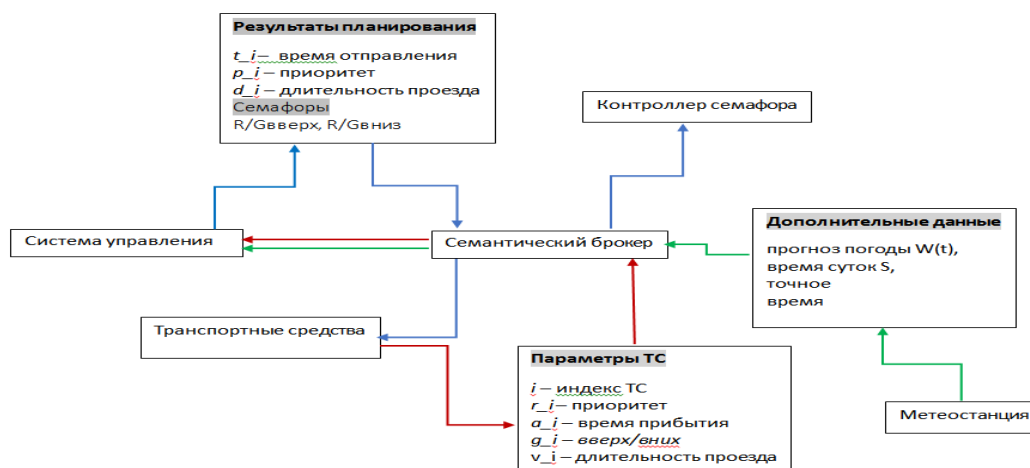


Рис. 2. Архитектура косвенного взаимодействия управления движением

Прибывая к началу однополосного участка, ТС формирует запрос, который через бортовой радиоканал публикуется в СИБ. Сообщение описывает момент прибытия, запрашиваемый приоритет, направление движения и номинальную длительность проезда. Датчики метеостанции также формируют регулярный поток публикаций. Каждое уведомление запускает процедуру планирования, которая решает ограниченную задачу оптимизации и формирует вектор решений, публикуются сообщения, содержащие время проезда и номер в очереди ТС. Их подписчиками являются программные модули ТС и контроллер светофора. Факты въезда и выезда с участка фиксируются, публикуются в хранилище и замыкают контур обратной связи.

Как правило, работа таких комплексов будет развёрнута на территориях, удаленных от сетевой инфраструктуры. Нами были построены оценки пропускной способности, необходимой для нормального функционирования СИБ. В частности, если интервал между поступлениями ТС не превышает 1 мин и для кодирования вещественного числа используется 8 байт, максимальная пропускная способность в системе не превысит 1Кбайт/с. Полученные оценки демонстрируют, что разработанная модель косвенного взаимодействия может быть развернута в сегменте беспроводной сети на основе современных протоколов Интернета вещей, например MQTT.

Поддержка исследований: Результаты исследования используются в ПетрГУ для модернизации образовательных программ топ-уровня в сфере информационных технологий.

Библиографический список

1. Boston K. The potential effects of forest roads on the environment and mitigating their impacts // Curr. For. Rep. 2016. Vol. 2. No. 4. P. 215–222. DOI: 10.1007/s40725-016-0044-x
2. Jafari S., et al. Improving the road and traffic control prediction based on fuzzy-logic and neural models. Mathematics. 2022. Vol. 10. No. 16. Art. 2832/
3. Фокина А. И. Механизмы синхронизации в многопоточных системах / А. И. Фокина, А. А. Архипов, А. Л. Куленцан // Сборник научных трудов вузов России «Проблемы экономики, финансов и управления производством». 2025. № 56. С. 206–209. EDN TIQNGY
4. Korzun D. G., Balandin S. I., Kashevnik A. M., Smirnov A. V., Gurtov A. V. Smart spaces-based application development: M3 architecture, design principles, use cases, and evaluation. International Journal of Embedded and Real-Time Communication Systems (IJERTCS). 2017. Vol. 8. No. 2. P. 66–100.

РАЗРАБОТКА MODBUS RTU ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ БЕСПРОВОДНОГО ДАТЧИКА ВИБРАЦИЙ WVS-2

© Васильев М. И., Тычина Я. А., Мошечевкин А. П.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

max-vasilevv@yandex.ru

В статье представлено описание модификации беспроводного датчика вибраций WVS-2, дополненной проводным интерфейсом Modbus RTU (RS-485). Расширение функциональности позволяет применять датчик в условиях, где использование беспроводной связи (Wi-Fi) невозможно или нецелесообразно, и интегрировать его в существующую проводную инфраструктуру промышленной автоматизации.

Ключевые слова: датчики вибрации, Modbus RTU, RS-485, Modbus TCP.

MODBUS RTU INTERFACE FOR WVS-2 WIRELESS VIBRATION SENSOR

© Vasilyev M. I., Tychina Ya. A., Moschevikin A. P.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The article describes the modification of the WVS-2 wireless vibration sensor, supplemented with a wired Modbus RTU (RS-485) interface. The increased functionality allows the sensor to be used in environments where wireless communication (Wi-Fi) is impossible or impractical, and integrated into the existing wired industrial automation infrastructure.

Key words: vibration sensor, Modbus RTU, RS-485, Modbus TCP.

Для повышения эффективности и надежности работы промышленного оборудования широко применяются системы мониторинга вибраций. Методы оценки состояния оборудования по вибрации рассмотрены в [1–3].

Беспроводной датчик вибраций WVS-2, разработанный в Петрозаводском государственном университете (ПетрГУ), изначально проектировался как устройство для передачи данных по открытому протоколу Modbus TCP поверх Wi-Fi.

Можно выделить несколько различных сценариев развертывания систем мониторинга, где применение беспроводных технологий нецелесообразно: территориально распределенные строения, помещения с повышенными электромагнитными помехами, а также объекты, где развертывание Wi-Fi инфраструктуры недопустимо.

Во многих существующих АСУ ТП и SCADA-системах доминирующим является протокол Modbus RTU, работающий по физическим интерфейсам RS-485/RS-422. Эти интерфейсы обеспечивают высокую помехозащищенность и позволяют организовывать сети с длиной линии до 1200 метров (без повторителей), объединяя десятки устройств на одной шине, что критически важно для создания распределенных систем мониторинга на крупных производственных площадках.

Организация сети является классической для протокола Modbus RTU. Устройства соединяются по топологии «шина». К одному порту RS-485 контроллера (например, ПЛК или компьютера с преобразователем USB-RS485) может быть подключено несколько датчиков, каждый из которых имеет уникальный адрес в сети Modbus (от 1 до 247).

Для расширения сферы применения датчика WVS-2 возникла необходимость в его доработке: добавлении альтернативного проводного интерфейса связи. В связи с этим была поставлена задача по разработке аппаратной и программной вариации датчика WVS-2, сохраняющей весь функционал исходного устройства, но использующей для обмена данными дополнительный протокол Modbus RTU (по интерфейсу RS-485).

Датчик может быть подключен к Wi-Fi и шине RS-485 одновременно, поскольку обращение к единой карте Modbus-регистров происходит по независимым интерфейсам.

Например, по проводной шине могут запрашиваться показания системой управления предприятием, а беспроводной интерфейс использоваться для визуализации параметров на HMI-панели вблизи оборудования (рисунок 1). Это позволяет использовать инструменты для визуального контроля текущего состояния оборудования без необходимости обращения к центральной системе.

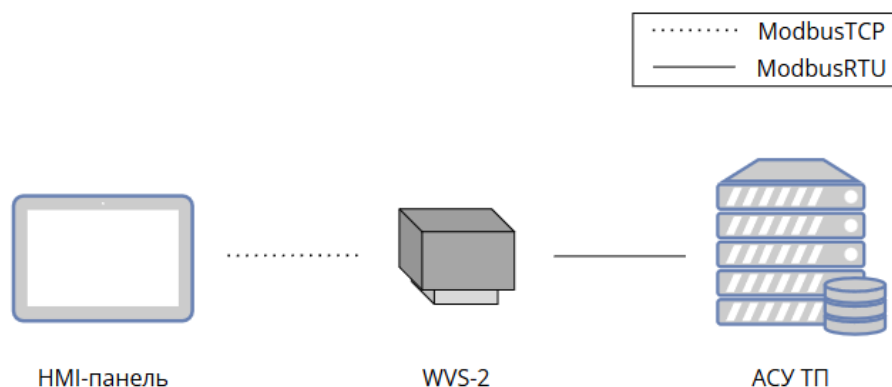


Рис. 1. Гибридная архитектура передачи измерений

WVS-2 обеспечивает сбор и расчет широкого спектра виброхарактеристик. Вся рассчитанная информация размещается в едином адресном пространстве входных регистров Modbus (Input Registers), условно разделенном на две группы:

- группа 1: параметры, обновляемые с высокой частотой (несколько раз в секунду). Сюда входят порядковый номер обновления группы, СКО, минимальное, среднее и максимальное значения виброускорений по осям X, Y и Z;
- группа 2: параметры, обновляемые реже (раз в несколько секунд). Это показания температуры, среднеквадратические значения (СКЗ) виброускорения, виброскорости и виброперемещения, а также массивы октавных и третьоктавных спектров для каждой из осей. Как правило, параметры из группы 2 рассчитываются на основе спектра сигнала.

Блок-схема встроенного программного обеспечения сбора и обработки данных представлена на рисунке 2.

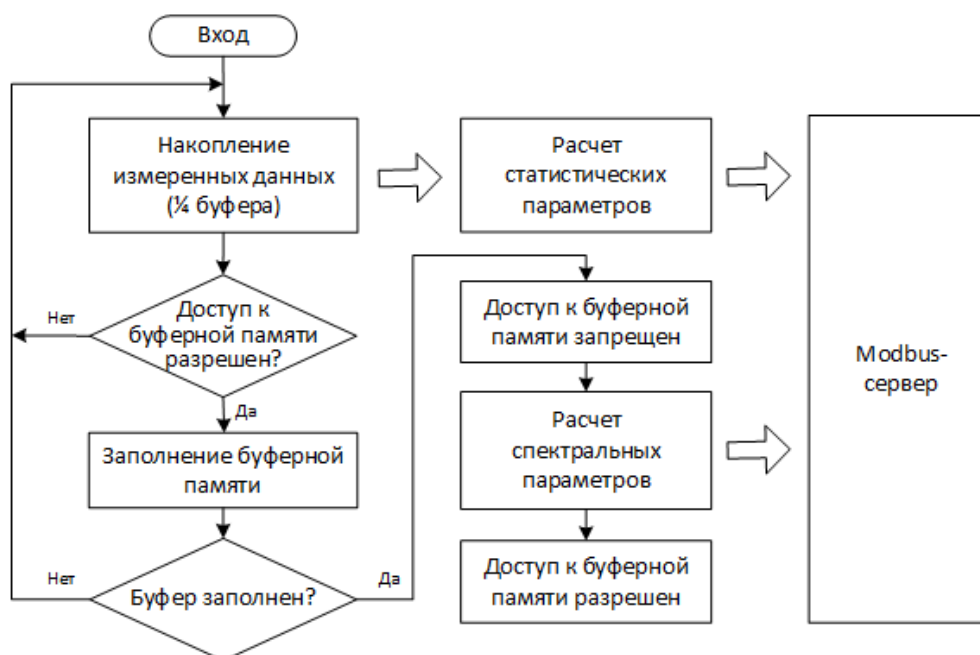


Рис. 2. Блок-схема встроенного ПО датчика WVS-2

После инициализации микроконтроллера ESP32 и его периферии стартует непрерывный цикл опроса встроенного акселерометра IIS3DWB. Для расчета спектра необходимо накопить 16 384 отсчета по каждой из осей (заполнить буферную память). По мере накопления $\frac{1}{4}$ объема буферной памяти проводится расчет статистических параметров в группе 1. Результаты обработки отсылаются в Modbus-сервер.

Расчет спектров – относительно длительная операция, которая выполняется один раз в несколько секунд после заполнения всего буфера. Во время расчета изменение данных запрещено: буферная память блокируется.

Modbus-сервер реализован в виде хаба. У него есть два входных потока: данные групп 1 и 2 для обновления данных в регистрах Modbus, и два выходных – ModbusTCP для Wi-Fi и Modbus RTU для RS-485. Все они асинхронные: моменты возникновения передачи в них не связаны друг с другом. Для организации множественного доступа на чтение / запись используется механизм блокировки с помощью мьютекса. Это реализовано стандартными средствами операционной системы FreeRTOS, исполняемой в ESP32.

Программное решение Modbus-компонента выглядит следующим образом:

- создаются два логических устройства: Modbus RTU slave и Modbus TCP slave;
- задаются базовые параметры соединения: порт, скорость, количество битов данных и стоповых битов для Modbus RTU; режим аутентификации, SSID и пароль по умолчанию для Modbus TCP;
- к логическим устройствам привязывается одна и та же область регистров данных;
- обработка запросов по обоим интерфейсам выполняется параллельно встроенными средствами библиотеки ESP-Modbus. Доступ к общей области регистров при её обновлении со стороны задач обработки данных синхронизируется мьютексом, что предотвращает конфликты при одновременных обращениях.

Расчеты спектров выполняются на ядре 1 микроконтроллера ESP32, все остальные функции, включая саму ОС FreeRTOS и Modbus-сервер, – на ядре 0.

В результате доработок в датчик WVS-2 встроен дополнительный интерфейс RS-485, по которому данные отдаются в формате Modbus RTU. Карта регистров, содержащая все рассчитанные параметры (от СКО виброускорения по осям до спектров плотности мощности), – единая для обоих интерфейсов Wi-Fi и RS-485. В ходе модернизации датчика WVS-2 регистровая карта обновлена, добавлены новые параметры. По части параметров оставлена совместимость с предыдущей версией.

Разработанная модификация датчика вибраций WVS-2 с интерфейсом Modbus RTU расширяет область его применения, позволяя интегрировать устройство в существующую проводную инфраструктуру промышленной автоматизации.

Апробация разработанного решения проводится в рамках грантов главы Республики Карелия «Разработка комплекса первичной вибродиагностики» и «Разработка метода виброакустического анализа состояния режущего инструмента для машиностроительных производств».

Библиографический список

1. Журавлев А. О., Поляков А. О., Адриков Д. А. Методы вибродиагностики от способов получения данных до их обработки современными средствами // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2024. Т. 25. № 4. С. 380–396.
2. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации: Учеб. пособие / А. В. Барков, Н. А. Баркова, А.Ю. Азовцев; М-во образования Рос. Федерации. С.-Петерб. гос. мор. техн. ун-т. СПб. : СПбМТУ, 2000. 158 с.
3. Современные методы и средства вибрационной диагностики машин и конструкций / Ф. Я. Балицкий, М. Д. Генкин, М. А. Иванова и др.; Под ред. акад. К. В. Фролова. М.: МЦНТИ, Ин-т машиноведения, 1990. 115 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЮЗАБИЛИТИ ЦИФРОВОГО СЕРВИСА «РАСПИСАНИЕ ОГУ»

© Волкова Т. В., Захаров А. В.

Оренбургский государственный университет

Оренбург

tv@mail.osu.ru

Рассмотрены вопросы проектирования и реализации мобильного приложения, повышающего удобство использования востребованного цифрового сервиса поиска учебного расписания группы, преподавателя, аудитории, реализованного на официальном сайте университета. Мобильное приложение имеет простой и понятный функционал получения необходимого информационного ресурса, уведомления об изменении учебного расписания. Решение задачи поиска изменения расписания реализовано на основе разностного алгоритма Юджина Майерса. Мобильное приложение «Расписание ОГУ» размещено в AppStore, Google Play.

Ключевые слова: учебное расписание, юзабилити цифрового сервиса, мобильное приложение, уведомление об изменении расписания, разностный алгоритм Юджина Майерса.

IMPROVING THE USABILITY OF THE DIGITAL SERVICE «OSU TIMETABLE»

© Volkova T. V., Zakharov A. V.

Orenburg State University

Orenburg

This article examines the design and implementation of a mobile application that improves the usability of a popular digital service for searching for group, teacher, and audience timetables, available on the university's official website. The mobile application offers simple and intuitive functionality for accessing essential information and notifications about timetables changes. The solution to the schedule change search problem is based on Eugene Myers's difference algorithm. The OSU Timetable mobile application is available in the App Store and Google Play.

Key words: academic schedule, usability of the digital service, mobile application, timetable change notifications, Eugene Myers's difference algorithm.

На официальном сайте Оренбургского государственного университета (ОГУ) реализован цифровой сервис интерактивного поиска и отображения учебного расписания, расписания сессий для студентов, преподавателей и учебных аудиторий. Данные расписания формируются на основе сведений интегрированной базы данных информационно-аналитической системы (ИАС) ОГУ, относящейся к категории корпоративных информационных систем [1].

С увеличением числа пользователей, количества запросов к сайту университета с расписанием актуальной становится задача разработки мобильного приложения (МП), дающего возможность удобно, просто и понятно получать доступ к данному, часто используемому информационному ресурсу. МП должно использовать данные соответствующего раздела сайта ОГУ, работать на разных платформах, иметь необходимую и достаточную систему поиска, включать функцию оперативного получения пользователем уведомления об изменениях в расписании.

Функциональная модель бизнес-процесса получения на мобильном устройстве (МУ) учебного расписания с официального сайта ОГУ представлена на рисунке 1.

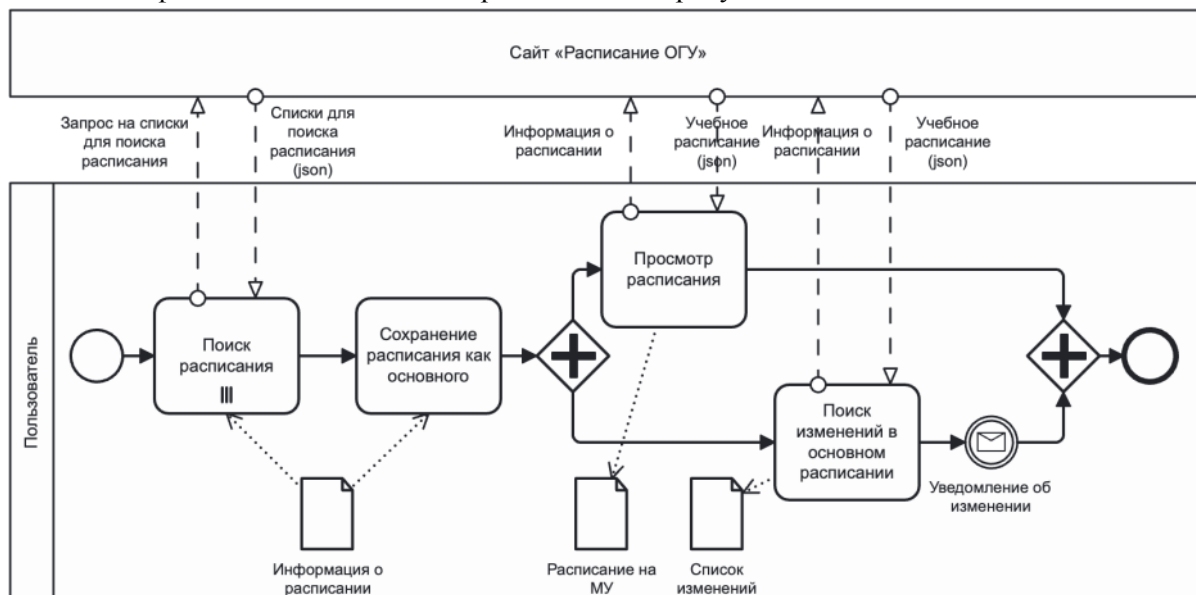


Рис. 1. Функциональная модель бизнес-процесса получения учебного расписания на МУ в нотации BPMN

Функциональная модель подпроцесса поиска изменений в основном расписании представлена на рисунке 2.

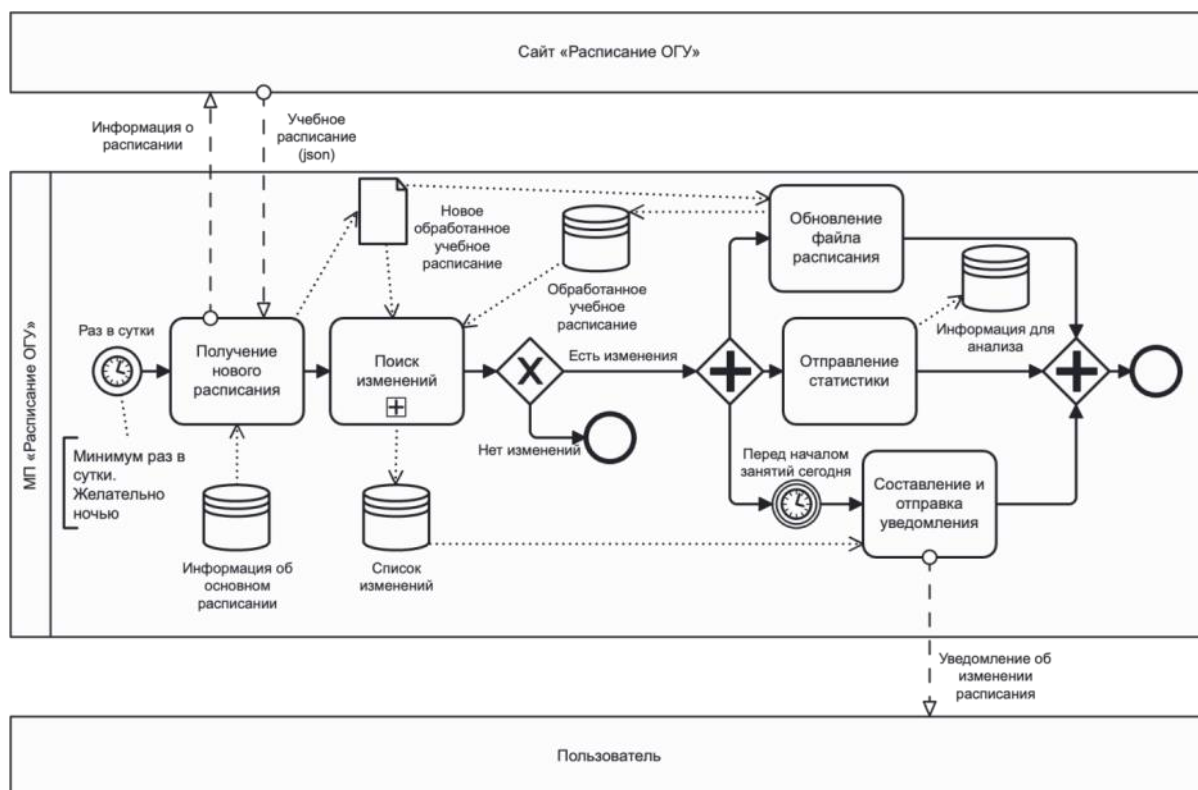


Рис. 2. Функциональная модель подпроцесса поиска изменений в нотации BPMN

Подпроцесс поиска изменений в основном расписании вызывается операционной системой (процессы Background Tasks в iOS и WorkManager в Android) на МУ пользователя минимум раз в сутки; уведомление отправляется утром за 1,5 часа до начала занятий.

Для решения задачи поиска изменений в расписании использован разностный алгоритм Юджина Майерса (РАЮМ) [2], который позволяет вычислять минимальный набор изменений для преобразования одной последовательности фактографической информации в другую. Основные шаги алгоритма: определение оптимального набора операций для преобразования одной последовательности данных (старой) в другую (новую); создание списков статусов для каждого элемента старой и новой последовательностей для определения типа изменения в новой последовательности: вставка, удаление, изменение, перемещение элемента.

На основе полученных моделей и алгоритмов реализованы версии мобильного приложения для iOS и для Android. Модель, лежащая в основе версий мобильного приложений представлена на рисунке 3 в виде диаграммы классов нотации UML.

На рисунке 3 под доменом понимается слой подготовки и преобразования данных.

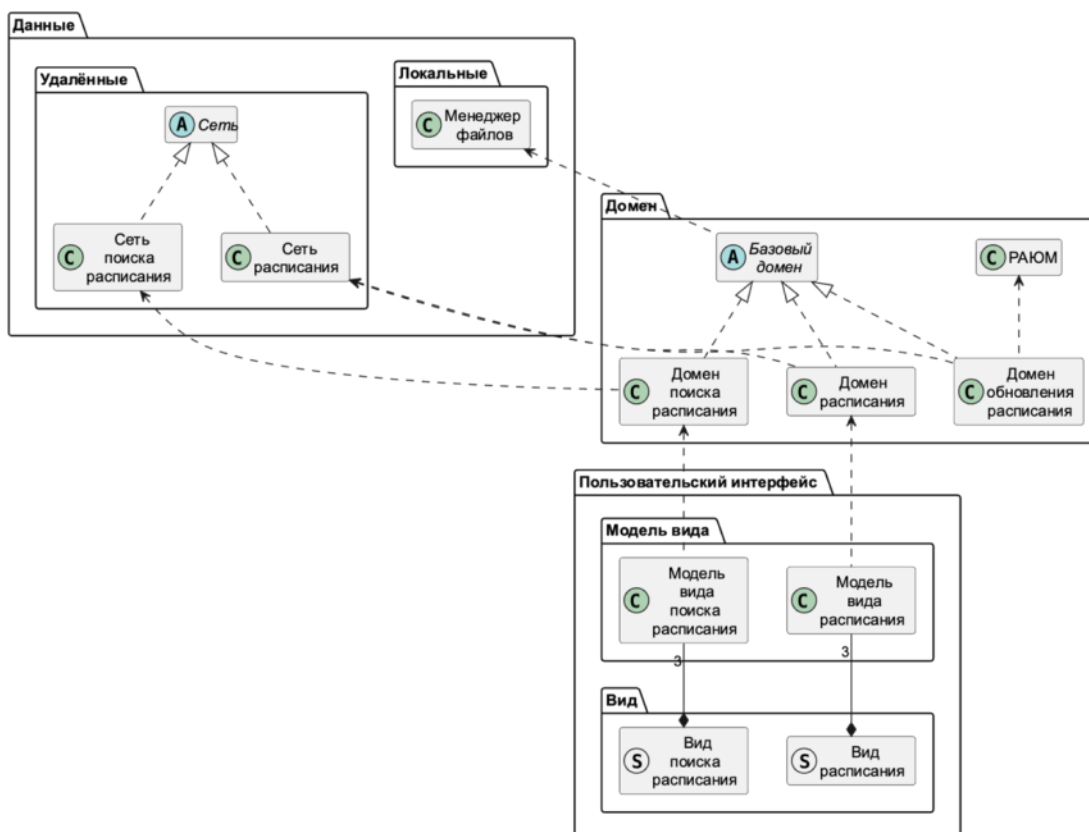


Рис. 3. Диаграмма классов прикладной программы мобильного приложения в нотации UML

На рисунках 4 и 5 представлены экранные формы мобильного приложения для поиска расписания аудиторий и учебных групп, уведомления об изменении расписания.

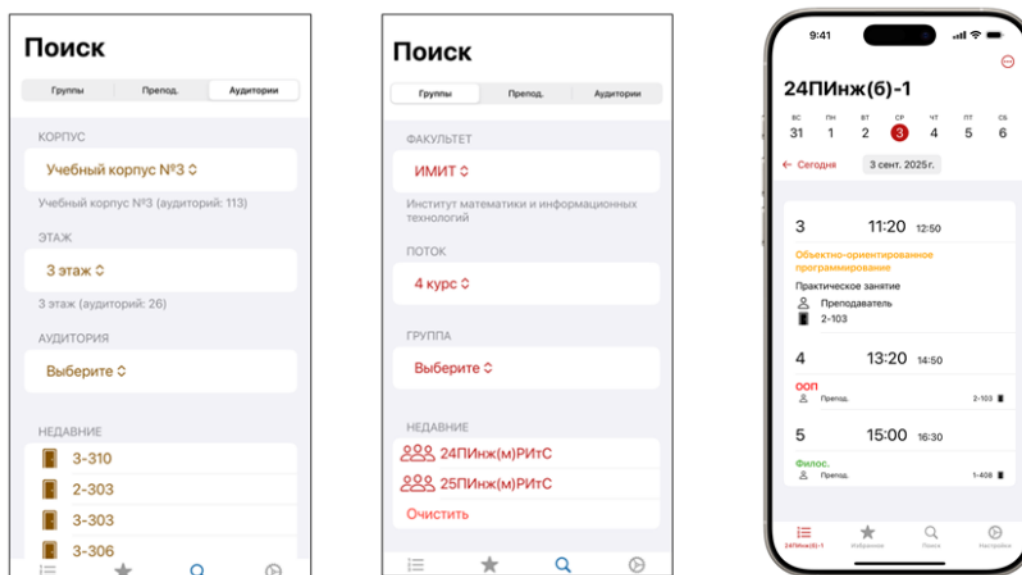


Рис. 4. Экранные формы мобильного приложения

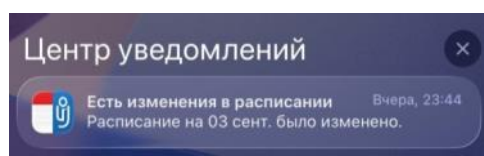


Рис. 5. Экранные формы мобильного приложения

Мобильное приложение «Расписание ОГУ» размещено в AppStore, Google Play (рис. 5).

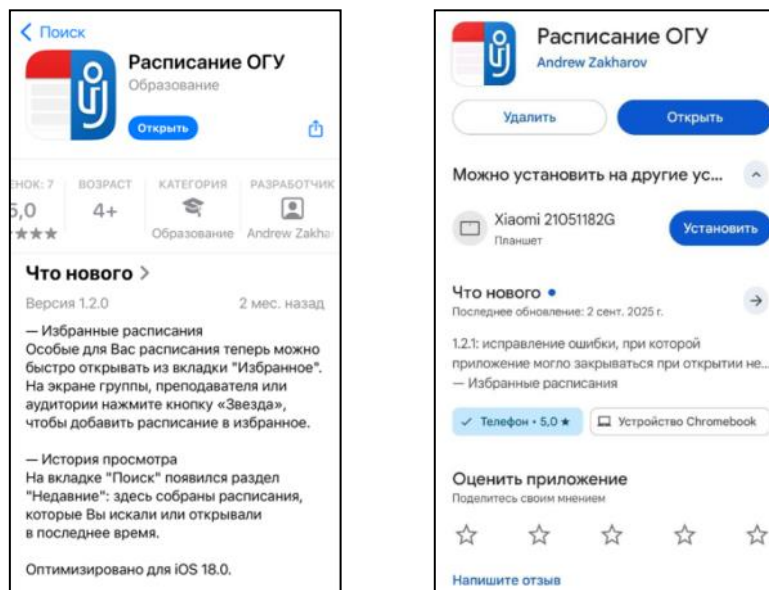


Рис. 5. Результаты поиска мобильного приложения в AppStore и Google Play

Для данной версии мобильного приложения пока недостаточно полно проработаны вопросы, связанные с интерфейсами взаимодействия между сайтом с расписанием, формируемого на основе данных корпоративной информационной системы, и МП; для стандартизации информационного обмена предполагается создание интеграционной шины.

Библиографический список

1. Оренбургский государственный университет. Учебное расписание [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.osu.ru/pages/schedule/>. 12.11.2025.
2. Myers E. W. AnO(ND) difference algorithm and its variations / E. W. Myers. Text: direct // Algorithmica. 1986. Vol. 1. № 1-4. P. 251–266.

ВИДЕОАНАЛИТИКА КОНТРОЛЯ СВАРОЧНОГО НАПЛАВОЧНОГО СТАНКА

© Воронин В. Ю., Корзун Д. Ж.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

dtyzdjhjyby@yandex.ru

В докладе представлена разработка программно-аппаратного комплекса (ПАК) промышленной видеоаналитики для распознавания показаний цифровых индикаторов сварочно-наплавочного станка. ПАК использует две видеокамеры, направленные на два табло с цифровыми показателями станка. Предлагается использовать двухэтапный конвейер обработки видеоданных: 1) детекция сегментов с текстом на изображении с параметрами табло посредством обученной модели YOLO, 2) извлечение текста из сегмента с использованием оптического распознавания символов – библиотека Tesseract OCR. Для обучения моделей требуется подготовка наборов данных из более 1000 размеченных изображений с применением техник аугментации для повышения качества распознавания. Разрабатываемый ПАК допускает интеграцию с имеющейся на предприятии инфраструктурой контроля качества.

Ключевые слова: компьютерное зрение, контроль качества, детекция сегментов, YOLO, распознавание текста, OCR, Tesseract.

VIDEO ANALYTICS FOR WELDING OVERLAY STATION CONTROL

© Voronin V. Yu., Korzun D. G.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

A software-hardware complex (SHC) for industrial video analytics has been developed for recognition of digital indicators on welding-surfacing machine displays. The SHC utilizes two video cameras directed at two panels with digital readouts of the machine. A two-stage data processing pipeline is proposed: 1) detection of text segments in images containing tabular data through a trained YOLO model, 2) text extraction from detected segments using optical character recognition via the Tesseract OCR library. Model training requires preparation of datasets comprising more than 1,000 annotated images with application of augmentation techniques to improve recognition quality. The developed SHC enables integration with existing quality control infrastructure at the enterprise.

Key words: computer vision, quality control, segment detection, YOLO, text recognition, OCR, Tesseract.

Современное промышленное производство требует автоматизации контроля технологических параметров для обеспечения высокого качества выпускаемой продукции. На сварочно-наплавочных станках контроль показаний цифровых индикаторов традиционно осуществляется оперативным персоналом путём визуального наблюдения и ручного учёта параметров. Такой подход характеризуется низкой надёжностью, высокой подверженностью человеческому фактору и повышенной трудоёмкостью [1].

В докладе представлена разработка программно-аппаратного комплекса (ПАК) промышленной видеоаналитики для распознавания показаний цифровых индикаторов сварочно-наплавочного станка. Актуальность разработки обусловлена необходимостью автоматизации контроля работы станка с оценкой технологических параметров без вмешательства в систему станка. Автоматизация сбора и обработки информации с цифровых табло позволит повысить эффективность контроля и снизить вероятность ошибок при регистрации критически важных показателей.

Архитектура ПАК предусматривает использование двухкамерной системы для охвата панелей индикации станка. Камера А направлена на панель 1 с показаниями напряжения. Камера В направлена на панель 2 с показаниями скорости наплавки и пройденного пути. Каждая камера имеет разрешение Full HD (1920×1080 пикселей) и обеспечивает непрерывный видеопоток с частотой кадров, позволяющей фиксировать изменения параметров с интервалом обновления не более 1 секунды. Схема камер и табло представлена на рисунке 1.

Предлагается использовать двухэтапный конвейер обработки видеоданных: 1) детекция сегментов с текстом на изображении с параметрами табло посредством обученной модели YOLO [2]; 2) извлечение текста из сегмента с использованием оптического распознавания символов Tesseract [3].

Этап 1. Детекция сегментов с текстом на изображении. Первым этапом конвейера обработки изображения является локализация сегментов, содержащих цифровые индикаторы. Применяется нейронная сеть YOLO, которая показала высокую эффективность в задачах детекции объектов в реальном времени [4]. Нейронная сеть YOLO обеспечивает одноэтапное предсказание, при котором модель одновременно определяет координаты ограничивающих рамок регионов интереса.

Подготовка набора данных для дообучения сети YOLO является существенной задачей для обеспечения точности детекции. Планируется подготовка датасета из более 1000 размеченных изображений, захватываемых с двухкамерной системы в различных условиях эксплуатации станка. Для каждого изображения производится ручная разметка интересующих областей с помощью инструмента аннотации Labelling [5]. Разметка включает определение ограничивающих рамок вокруг каждого цифрового дисплея и присвоение соответствующих класс-меток. Увеличение объёма датасета достигается применением техник аугментации данных.

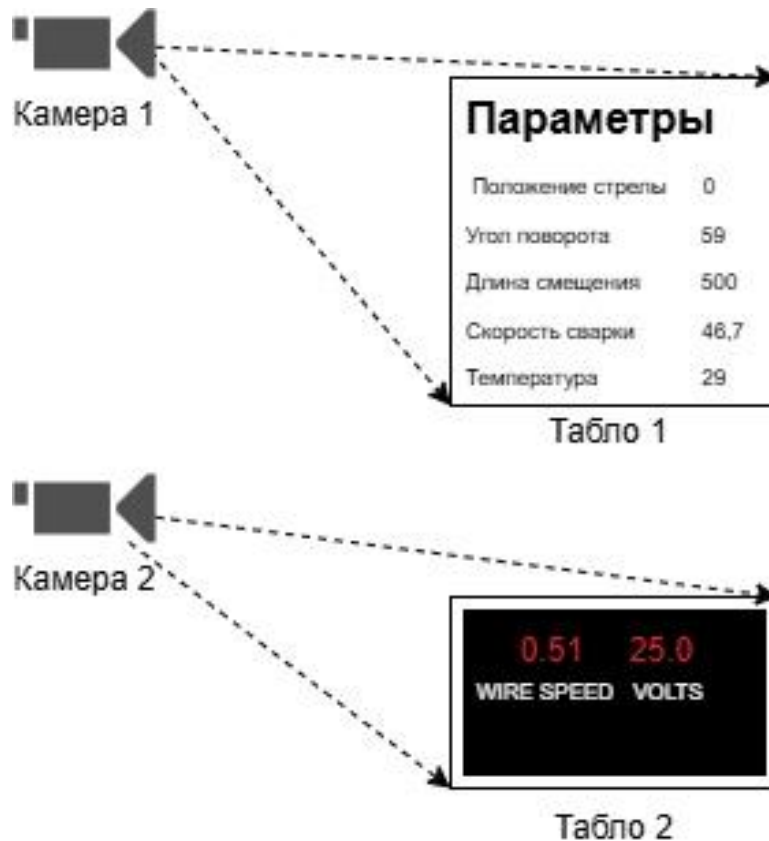


Рис. 1. Схема расположения видеокамер и табло производственного оборудования

Для обучения используется модель YOLOv8 со случайными весами. Архитектура сети YOLO обеспечивает высокую скорость инференса (десятки кадров в секунду на современных GPU), что критично для работы в реальном времени [2; 4]. По завершении обучения модель выдаёт координаты ограничивающих рамок для каждого обнаруженного табло с оценкой уверенности.

Этап 2. Извлечение текста из сегмента. На втором этапе конвейера из изображения извлекаются сегменты, обнаруженные YOLO, и к ним применяется оптическое распознавание символов (OCR) для преобразования цифровых изображений в машиночитаемый текст. Используется библиотека Tesseract OCR [3], которая является открытым и свободно распространяемым решением. Оптическое распознавание символов демонстрирует высокую точность при работе с четко структурированным текстом, что особенно важно для распознавания цифровых индикаторов с однородным фоном и хорошей контрастностью [6].

Перед распознаванием текста производится предварительная обработка для улучшения качества. Изображение подвергается нормализации черно-белого уровня, удалению шума и коррекции наклона. Затем применяются техники повышения контраста для увеличения различимости между символами и фоном. Такая предварительная обработка, часто реализуемая с помощью библиотеки OpenCV, требуется для повышения точности распознавания [7].

Библиотека Tesseract использует две основные стадии распознавания. Стадия 1 осуществляет идентификацию символов на основе эталонных признаков и шаблонов. Стадия 2 выполняет контекстную коррекцию результатов распознавания символов. Точность распознавания Tesseract для чистого структурированного текста находится в диапазоне 80–98 % [6; 7]. Результаты распознавания выводятся в виде текстовых строк, которые затем преобразуются в структурированный формат для сохранения в базе данных.

Заключение. Представленный двухэтапный конвейер обработки видеопотока, основанный на использовании сети YOLO для детекции сегментов табло и библиотеки Tesseract для извлечения текста, обеспечивает эффективное решение задачи автоматической фиксации параметров сварочного оборудования. Комбинация специализированной нейронной сети для локализации объектов и известной библиотеки для распознавания символов позволяет достичь необходимого баланса между точностью и скоростью обработки. Подготовка датасета из более 1000 размеченных изображений с примени-

ем аугментации обеспечивает настройку модели на различные условия промышленного производства. Разработанный ПАК может быть развёрнут на вычислительной платформе с графическим ускорителем NVIDIA и интегрирован с системой управления и хранения данных для обеспечения полного цикла автоматизации контроля технологических параметров.

***Поддержка исследований:** Результаты исследования используются в ПетрГУ для модернизации образовательных программ топ-уровня в сфере информационных технологий.*

Библиографический список

1. Харковчук А. Э. Распознавание цифровых кодов ошибок ЧПУ, представленных на мониторе пульта управления станком / А. Э. Харковчук, Д. Ж. Корзун // Цифровые технологии в образовании, науке, обществе: Материалы XIV всероссийской научно-практической конференции, Петрозаводск, 01–04 декабря 2020 года. Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2020. С. 184–187.
2. Zhao B. et al. Modular YOLOv8 optimization for real-time UAV maritime rescue object detection // Scientific Reports, 2024. Vol. 14. DOI: 10.1038/s41598-024-75700-7
3. Smith R. An Overview of the Tesseract OCR Engine // Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition, 2007. Vol. 2. С. 629–633.
4. Schneidereit S., Yarahmadi A. M., Schneidereit T., Breuß M., Gebauer M. YOLO-based Object Detection in Industry 4.0 Fischertechnik Model Environment // 2023.
5. Labelimg [Интернет ресурс]. URL: <https://www.ultralytics.com/ru/blog/exploring-data-labeling-for-computer-vision-projects> (дата обращения 16.11.2025).
6. Malkadi A., Alahmadi M., Haiduc S. A Study on the Accuracy of OCR Engines for Source Code Transcription from Programming Screenshots // Proceedings of the 17th International Conference on Mining Software Repositories, 2020. С. 5–6.
7. Mubeen S., Brahmani J., Kalyan D. P., Jagirdar A., Kumar A. P. Optical Character Recognition Using Tesseract // International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 2022. Vol. 10. № 11. С. 672–675.

ПРОЕКТ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

© Груздев М. С., Богоявленский Ю. А.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

gruzdev@cs.petrso.ru

В современных условиях высшее образование требует эффективного планирования и автоматизации формирования учебного плана. Разрабатываемая система «АвтоУП» позволяет работать с компетенциями и их индикаторами, дисциплинами и их связями, а также оптимизировать распределение дисциплин по семестрам.

Ключевые слова: учебный план, требования к системе, компетенции, дисциплины.

THE DESIGN OF THE AUTOMATION SYSTEM FOR BUILDING CURRICULA OF HIGHER PROFESSIONAL EDUCATION

© Gruzdev M. S., Bogoiavlenskii Yu. A.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

In modern conditions, higher education requires effective planning and automation of curriculum formation. The «АвтоУП» system being developed allows you to work with competencies and indicators, disciplines and their relationships, as well as optimize the distribution of disciplines by semester.

Key words: curriculum, system requirements, competencies, disciplines.

Документ, представляющий учебный план (УП) направления высшего образования, имеет сложную структуру с большим количеством разнородных внутренних связей между его элементами. При этом на эти элементы и их взаимосвязи наложено большое количество разнообразных ограничений, определенных во ФГОС. Задача разработки УП осложняется также необходимостью согласовывать его не только с образовательными, но и с профессиональными стандартами.

В настоящее время разработка УП требует выполнения большого объема кропотливой ручной работы, выполняемой, как правило, с помощью электронных таблиц. Эта задача для области информационных технологий осложняется также тем, что в ней происходит интенсивное развитие различных инноваций, что влечет за собой частые изменения ФГОС и, соответственно, УП.

Реализация системы автоматизации разработки УП является актуальной задачей т.к. позволит уменьшить трудозатраты и повысит качество плана.

УП формируется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и включает три основных блока [1–3]:

Блок 1. Дисциплины (модули) – включает базовую и вариативную части.

- **Б1.Б** – базовая часть, содержащая обязательные дисциплины, направленные на формирование общекультурных и общепрофессиональных компетенций [1–3].
- **Б1.В** – вариативная часть, которая включает дисциплины по выбору обучающегося. Для таких дисциплин формируются альтернативные пары, из которых студент выбирает одну дисциплину [1–3].

Блок 2. Практики – включает учебные, производственные и преддипломные практики, направленные на закрепление и применение полученных знаний [1–3].

Блок 3. Государственная итоговая аттестация – состоит из итогового междисциплинарного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы [1–3].

Дополнительно могут включаться факультативные дисциплины, не входящие в зачетные единицы программы, относящиеся к дополнительному образовательному компоненту.

При организации учебного процесса необходимо обеспечить потоковое чтение лекций по одинаковым дисциплинам для родственных направлений, при этом возникает трудность согласования учебных планов – разные трудоёмкости и/или семестры изучения дисциплины [3–4].

Анализ существующих решений показал, что в ПетрГУ ранее была разработана Excel-система «ООП–Учебный план» [1], обеспечивающая автоматизацию построения УП и проверку их соответствия требованиям ФГОС ВПО. Однако использование этого инструмента накладывает ограничения на совместную работу пользователей и расширение функциональности. В разрабатываемой системе предлагается перейти к веб реализации.

Одна из трудоемких и не формализованных задач при разработке УП – это привязка к дисциплинам компетенций и их индикаторов. Для решения этой задачи в системе «АвтоУП» предполагается использовать результаты, полученные в работах [2–4].

Также существует разработка компании ММИС [5], однако она платная и предполагает сопряжение с другими подсистемами управления вузом, разрабатываемые этой компанией.

Системные требования

- поддержка двунаправленного конвертирования между используемым в настоящее время форматом представления УП в электронных таблицах и внутренним форматом данных «АвтоУП»;
- поддержка преобразования данных из внутреннего формата «АвтоУП» в формат представления УП в ИАИС ПетрГУ [6];
- автоматизация загрузки учебного плана из «АвтоУП» в систему ИАИС [3];
- автоматическая генерация версий УП с указанием номера, даты и автора версии;
- автоматическая генерация списка изменений в текущей версии УП по сравнению с предыдущей версией.

Базовые требования пользователя

- работать (создавать, редактировать, удалять) с компетенциями, индикаторами, дисциплинами, а также со связями «дисциплина – компетенция» и «дисциплина – индикатор» [1–2];
- формировать учебный план и сохранять его в системе;
- автоматически генерировать связи между дисциплинами, компетенциями и индикаторами;
- автоматически заполнять учебный план выбранными компетенциями и дисциплинами;

- сравнивать несколько учебных планов родственных направлений и получать от системы рекомендации по оптимальной структуре распределения дисциплин по семестрам и трудоёмкости;
- получать визуальные отчёты о взаимосвязях дисциплин, компетенций и их индикаторов, а также их покрытия в рамках учебного плана;
- формировать компактные представления УП, облегчающее его визуальное восприятие;
- анализировать и формировать связи между дисциплинами, компетенциями и индикаторами;
- выполнять автоматический анализ составленных учебных планов и предлагать оптимизированные варианты их построения;
- поддерживать потоковое чтение лекций по одинаковым дисциплинам и учитывать особенности учебных планов разных направлений;
- хранить и обрабатывать данные для последующего анализа и прогнозирования.

Основные компоненты системы представлены на рисунке 1 и включают в себя:

1. Клиент – пользовательский интерфейс.
2. API – компонент, через который проходят все взаимодействия между клиентом и сервером.
3. Хранилище данных – предназначено для хранения учебных планов и других файлов.
4. Модуль анализа данных – проводит анализ и обработку данных.
5. Модуль БД – обеспечивает связь между моделями API и моделями базы данных.
6. Модели БД – Представляют структуру базы данных на уровне программного кода.
7. База данных – хранит дисциплины, компетенции и другие элементы учебного плана.

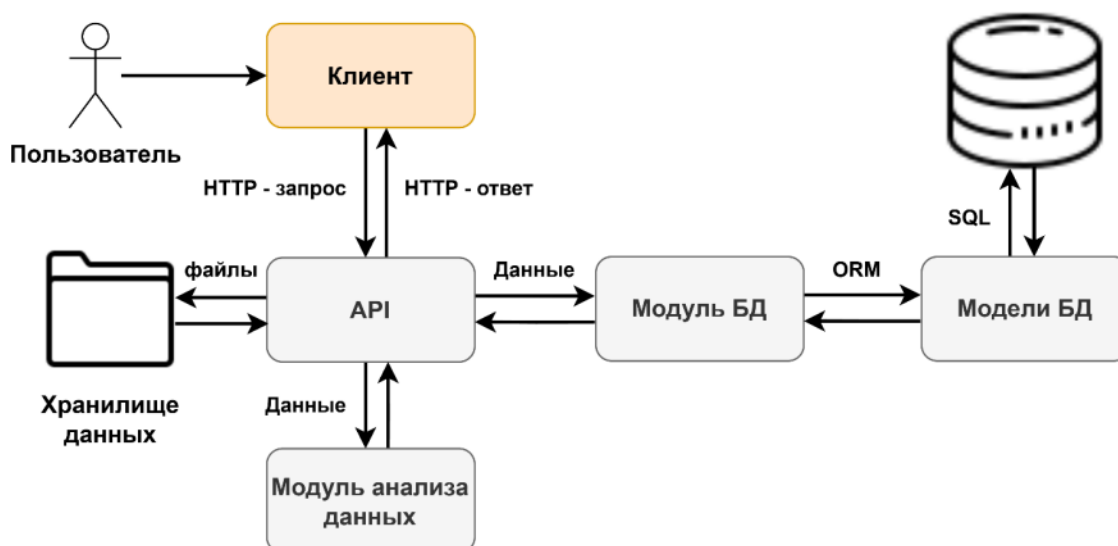


Рис. 1. Высокоуровневая архитектура приложения

Планируется реализовать систему в архитектуре веб-приложения с целью интеграции в структуру существующего сайта ИМИТ. На рисунке 2 представлена схема навигации по системе, демонстрирующая все её страницы.

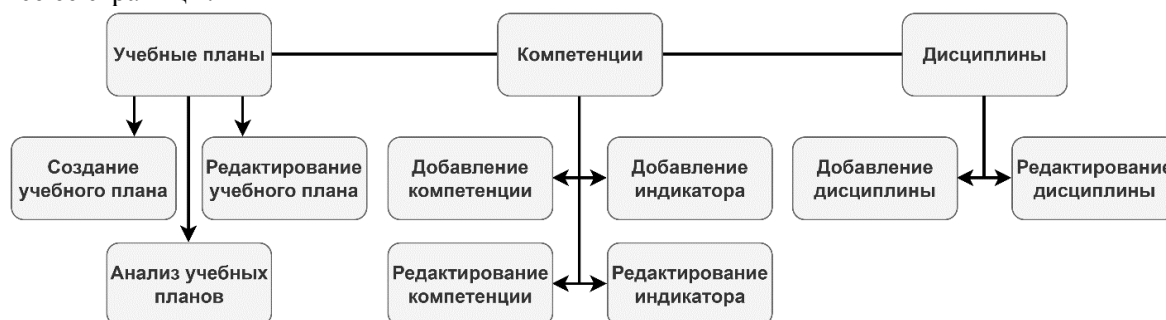


Рис. 2. Схема навигации приложения

Формирование учебного плана является длительным процессом и включает в себя выборку списков компетенций, индикаторов и дисциплин, их взаимосвязь, распределения дисциплин по семестрам. В разрабатываемой системе формирование учебного плана состоит из этапов, представленных на рисунке 3.

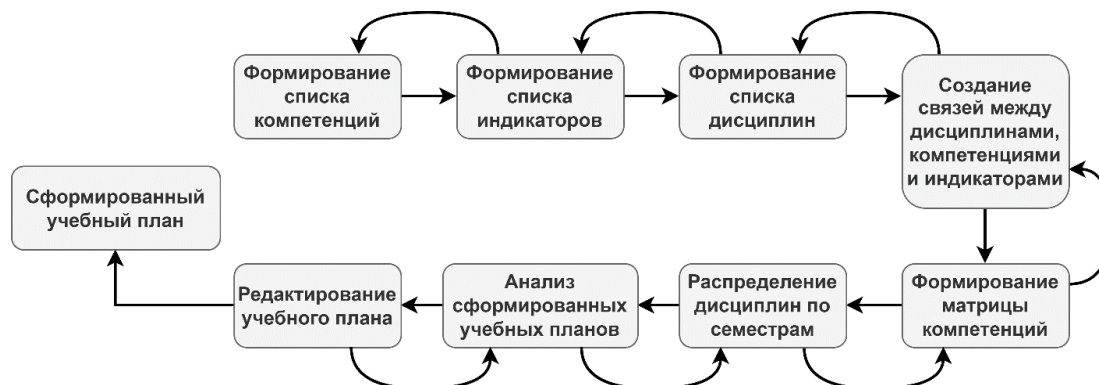


Рис 3. Этапы формирования учебного плана

Разработчик учебного плана формирует списки компетенций, индикаторов и дисциплин, создает связи между ними [1–2], распределяет дисциплины по семестрам и анализирует сформированный план, чтобы он соответствовал образовательным стандартам и был оптимизирован. Например, одинаковые дисциплины у разных направлений, если это возможно, должны стоять в одном семестре, чтобы проводиться параллельно. Это самая трудоемкая часть в формировании учебного плана.

В заключение отметим, что разработка данной системы позволит существенно повысить эффективность формирования учебных планов и обеспечит автоматизацию рутинных операций.

Библиографический список

1. Семенова Е. Е., Светова Н. Ю. Информационно-аналитическая система разработки учебных планов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2014. № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionno-analiticheskaya-sistema-razrabotki-uchebnyh-planov/>
2. Семенова Е. Е. ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ «КОНСТРУКТОР МАТРИЦЫ КОМПЕТЕНЦИЙ» [Текст] / Е. Е. Семенова, М. М. Кручек // Материалы XVIII всероссийской научно-практической конференции «Цифровые технологии в образовании, науке, обществе», 3–5 декабря 2024, г. Петрозаводск / Издательство ПетрГУ. Петрозаводск, 2024. С. 149–151. Режим доступа: <https://it2024.petrstu.ru/files/pages/it2024.pdf>.
3. Груздев М. С. Система «Управление компетенциями учебного плана». Требования и проект базы данных [Текст] / М.С. Груздев, Ю.А. Богоявленский // Материалы XVIII всероссийской научно-практической конференции «Цифровые технологии в образовании, науке, обществе», 3–5 декабря 2024, г. Петрозаводск / Издательство ПетрГУ. Петрозаводск, 2024. С. 39–42. Режим доступа: <https://it2024.petrstu.ru/files/pages/it2024.pdf>.
4. Караушев И. К. Система «Управление компетенциями учебного плана». Проект интерфейса [Текст] / И. К. Караушев, Ю. А. Богоявленский // Материалы XVIII всероссийской научно-практической конференции «Цифровые технологии в образовании, науке, обществе», 3–5 декабря 2024, г. Петрозаводск / Издательство ПетрГУ. Петрозаводск, 2024. С. 77–79. Режим доступа: <https://it2024.petrstu.ru/files/pages/it2024.pdf>.
5. ММИС лаборатория. Демонстрационная версия программного комплекса ПЛАНЫ ВПО+СПО. URL: <https://www.mmis.ru/programs/planu> [Электронный ресурс]. (15.11.2025).
6. Информационно-аналитическая интегрированная система управления вузом. URL: <https://betaportal.petrstu.ru/about> [Электронный ресурс]. (15.11.2025).

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ТЕСТОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

© Данелиа Г. Д., Соловьев А. В.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

g.danelia136@gmail.com

В работе представлено веб-приложение для генерации тестов на основе анализа учебных материалов с применением технологий искусственного интеллекта. Доклад описывает структуру разработанного программного обеспечения, а также возможности веб-приложения.

Ключевые слова: веб-приложение, генерация вопросов, NLP.

A WEB APPLICATION FOR GENERATING TESTS BASED ON THE ANALYSIS OF EDUCATIONAL MATERIALS

© Danelia G. D., Soloviev A. V.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

This paper presents a web application for generating tests based on the analysis of educational materials using artificial intelligence technologies. The report describes the structure of the developed software and the capabilities of the web application.

Key words: web application, question generation, NLP.

В последние годы наблюдается активное развитие интеллектуальных систем поддержки обучения, что способствует внедрению технологий искусственного интеллекта (ИИ) для автоматизации педагогических процессов. Одним из перспективных направлений является создание программных решений, способных автоматически генерировать контрольные вопросы на основе текстовых материалов. Такие решения могут существенно оптимизировать работу преподавателей и повысить эффективность учебного процесса, так как ручное составление вопросов требует значительных временных затрат.

Современные исследования демонстрируют активный переход от ручных и шаблонных методов генерации тестовых заданий к моделям, основанным на машинном обучении и нейросетях. Работы последних годов показывают эволюцию подходов: если ранее преобладали системы, использующие правила и шаблоны, то сейчас основное внимание уделяется нейросетевым и гибридным моделям, которые обеспечивают более высокое качество формулировок и релевантность генерируемых вопросов. Согласно обзорному исследованию [1], актуальные подходы можно классифицировать на пять групп: машинное обучение, нейронные сети, деревья решений, правило-ориентированные и гибридные методы. Однако именно нейросетевые и гибридные решения демонстрируют наибольший прогресс, поскольку позволяют адаптировать структуру вопроса и формировать качественные ответы.

Параллельно с этим в педагогической практике набирают популярность генеративные системы искусственного интеллекта, используемые для автоматизации разработки учебно-методических материалов, включая тестовые задания. Однако, как отмечают исследователи [2–3], качество результата существенно зависит от корректности формулировки запроса и требует последующей проверки преподавателем. Тем не менее, опыт практического использования подтверждает, что генеративный ИИ способен значительно снизить трудоёмкость подготовки тестовых заданий.

Основной целью выполненной работы являлась разработка веб-приложения, обеспечивающего автоматическую генерацию тестовых вопросов по заданной теме на основе входного учебного материала. Для достижения поставленной цели была спроектирована и реализована архитектура системы, включающая клиентскую и серверную части, модуль взаимодействия с микросервисом генерации вопросов, а также подсистему хранения данных.

В ходе работы был выполнен анализ существующих решений и подходов к автоматической генерации вопросов на основе текста. Особое внимание уделялось трансформерным моделям, поскольку именно архитектура Transformer демонстрирует высокие результаты в задачах обработки естественного языка (NLP). Среди найденных решений выделяются модели серии T5 (Text-to-Text Transfer

Transformer), которые способны преобразовывать один текстовый формат в другой, что делает их оптимальными для задач генерации [4].

Под текущие задачи требовалось сохранять информацию об учебных материалах и о сгенерированных вопросах, которые формируются в тест. Под тестом подразумевается сформированный документ, который подходит для тестирования определённого круга лиц: студентов, школьников и так далее. Для организации и управления этой информацией база данных (БД) включает три основные таблицы: учебные материалы, история генераций и сгенерированные вопросы (рис. 1). При работе с БД использовался ORM-подход, что достигалось применением языка программирования Python и СУБД SQLite.

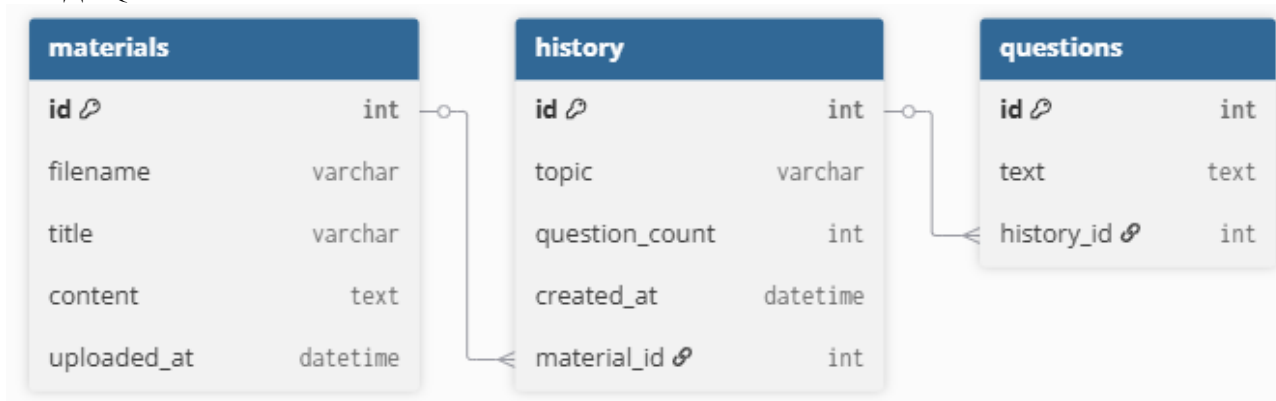


Рис. 4. ER-диаграмма базы данных веб-приложения

Разработано интерактивное веб-приложение, предоставляющее пользователю следующие функции: загрузку файлов с учебными материалами, выбор темы теста, генерацию вопросов, редактирование результатов и экспорт готового теста в формате «.docx». При разработке пользовательского интерфейса применены HTML, CSS, фреймворк Bootstrap, JavaScript и шаблонизатор Jinja2, что позволило обеспечить удобство работы пользователя с системой. Структура веб-страниц представлена на рисунке 2.

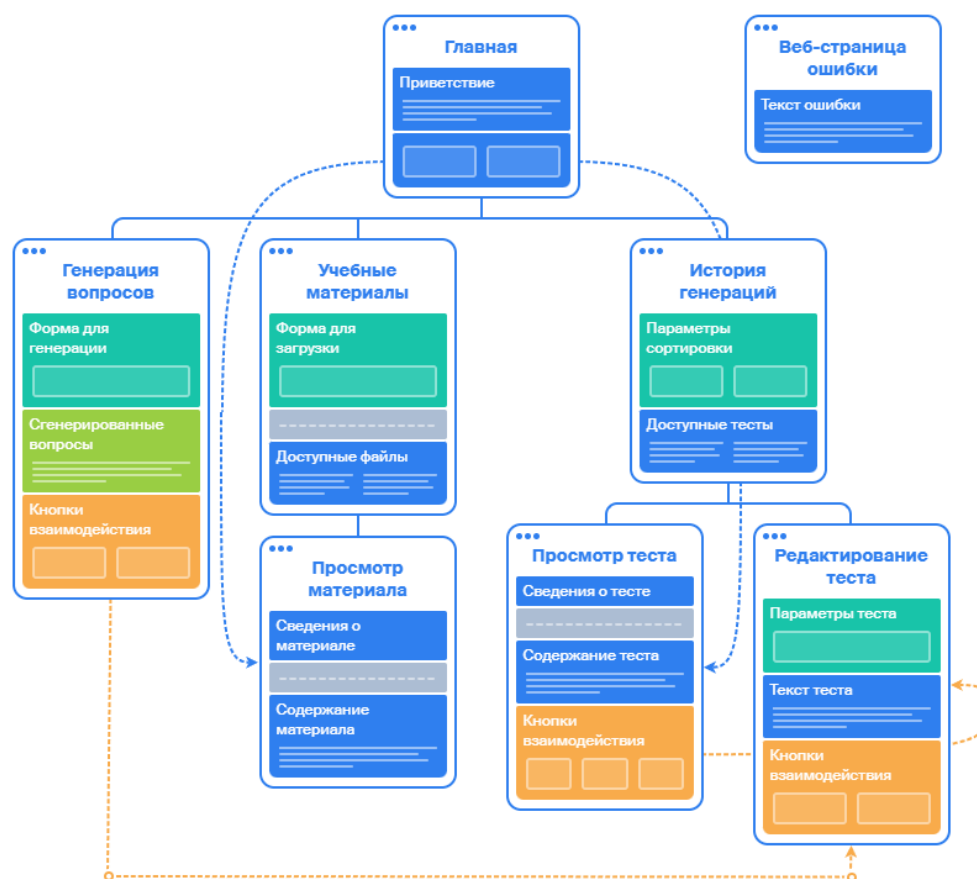


Рис. 5. Структура веб-страниц веб-приложения

Ключевым компонентом веб-приложения является модуль генерации вопросов, реализованный в виде отдельного микросервиса на основе FastAPI. Микросервис содержит модель искусственного интеллекта, обученную для задач генерации вопросов. FastAPI-сервис получает текстовые данные, сегментирует их на смысловые фрагменты и генерирует вопросы. Данный микросервис позволяет отделить логику генерации вопросов от веб-интерфейса, что упрощает обновление модели независимо от интерфейса пользователя и при возникающих ошибках не влияет на работу веб-приложения.

Реализованное решение демонстрирует перспективность использования технологий искусственного интеллекта в образовании. Одним из преимуществ веб-приложения является работоспособность в автономном режиме, так как не требуется обращение к внешним ресурсам в сети «Интернет», что позволяет развернуть ПО в изолированной среде (локальной сети). В дальнейшем планируется улучшение ИИ-модели и внедрение дополнительных типов вопросов.

Библиографический список

1. Маслова М. А. Обзор существующих методов автоматической генерации тестовых заданий на естественном языке // Computational nanotechnology. 2023. Т. 10. № 4. С. 46–55. DOI: 10.33693/2313-223X-2023-10-4-46-55
2. Васильев А. А., Нестеров А. С. Применение алгоритмов формирования вопросов по тексту для автоматической генерации тестов // Вестник кибернетики. 2023. Т. 22. № 3. С. 17–22. DOI: 10.35266/1999-7604-2023-3-17-22
3. Пугач О. И., Старцева Н. В. Применение генеративного искусственного интеллекта в методической работе преподавателя вуза: разработка контрольно-измерительных материалов // Russian Journal of Education and Psychology. 2024. Т. 15. № 5SE. С. 198–218. DOI: 10.12731/2658-4034-2024-15-5SE-562
4. Raffel C. Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer / C. Raffel, N. Shazeer, A. Roberts [et al.] // Journal of Machine Learning Research. 2020. Vol. 21. No 140. P. 1–67.

ПОИСК МАРШРУТА С НАИМЕНЬШИМ ЧИСЛОМ ПЕРЕСАДОК В МЕТРОПОЛИТЕНЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

© Дехтярева А. В., Мотькина Н. Н.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

alinadekhtyareva@gmail.com, motkina@petrsu.ru

На примере схемы метро Санкт-Петербурга предложена модель представления транспортной сети в виде графа и реализован алгоритм поиска оптимального маршрута между станциями метрополитена с минимальным количеством пересадок.

Ключевые слова: теория графов, метрополитен, поиск в ширину, минимизация пересадок, Python.

ABOUT SEARCH THE LEAST TRANSFER ROUTE IN THE ST PETERSBURG METRO

© Dekhtyareva A. V., Mot'kina N. N.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

Using the example of the St. Petersburg Metro, a model for representing a transport network as a graph is proposed, and an algorithm for finding the optimal route between metro stations with the least transfer is implemented.

Key words: graph theory, subway, BFS, the least transfer route, Python.

Развитие транспортной инфраструктуры крупных городов делает актуальными задачи, связанные с повышением удобства пассажиров. Одним из ключевых факторов комфорта поездки является минимизация числа пересадок, что позволяет снизить временные затраты и избежать повышенной нагрузки на пересадочные узлы. Санкт-Петербург, обладающий разветвлённой сетью метрополитена, представляет собой удобный объект для исследования подобных задач.

Метрополитен Санкт-Петербурга состоит из 5 линий, общее число станций превышает 70. Для автоматизации поиска маршрутов схема метро была представлена в виде неориентированного графа, где множество вершин соответствует станциям, множество рёбер – соединениям между соседними станциями на одной линии, а также пересадочным связям между разными линиями. Каждой станции сопоставлены атрибуты: название, принадлежность к линии, список пересадок на другие станции и координаты на плоскости (x , y) для визуализации. Пересадочные узлы моделируются как рёбра между вершинами, принадлежащими разным линиям. Для хранения данных использованы структуры Python: словарь для станций и словарь для линий. Визуализация графа выполнена с помощью библиотек Matplotlib и NetworkX.

Для поиска пути с минимальным числом пересадок проанализированы три классических алгоритма: поиск в ширину (BFS), алгоритм Дейкстры, алгоритм A^* [1]. На основе анализа выбран алгоритм BFS [2], модифицированный для учёта смены линий, так как он гарантирует нахождение пути с минимальным числом рёбер (в данном случае – пересадок) и обладает простотой реализации. На графе масштаба Санкт-Петербургского метро его производительность является достаточной. Алгоритм использует очередь, в которой каждый элемент – кортеж (текущая_станция, путь_до_неё, счётчик_пересадок). При переходе на соседнюю станцию проверяется, является ли ребро пересадочным. Если да, счётчик пересадок увеличивается на 1. Алгоритм завершается при достижении конечной станции.

Программа реализована на языке Python в среде PyCharm. Структура проекта включает:

- модуль данных (хранение информации о станциях и линиях);
- модуль логики (реализация модифицированного BFS);
- модуль визуализации (построение графа и выделение найденного маршрута).

Интерфейс программы позволяет пользователю выбрать начальную и конечную станции щелчком мыши на графической схеме (рис. 1).



Рис. 1. Схема метро Санкт-Петербурга

После выбора программа выводит в консоль найденный маршрут и количество пересадок, а на графе выделяет путь (рис. 2).

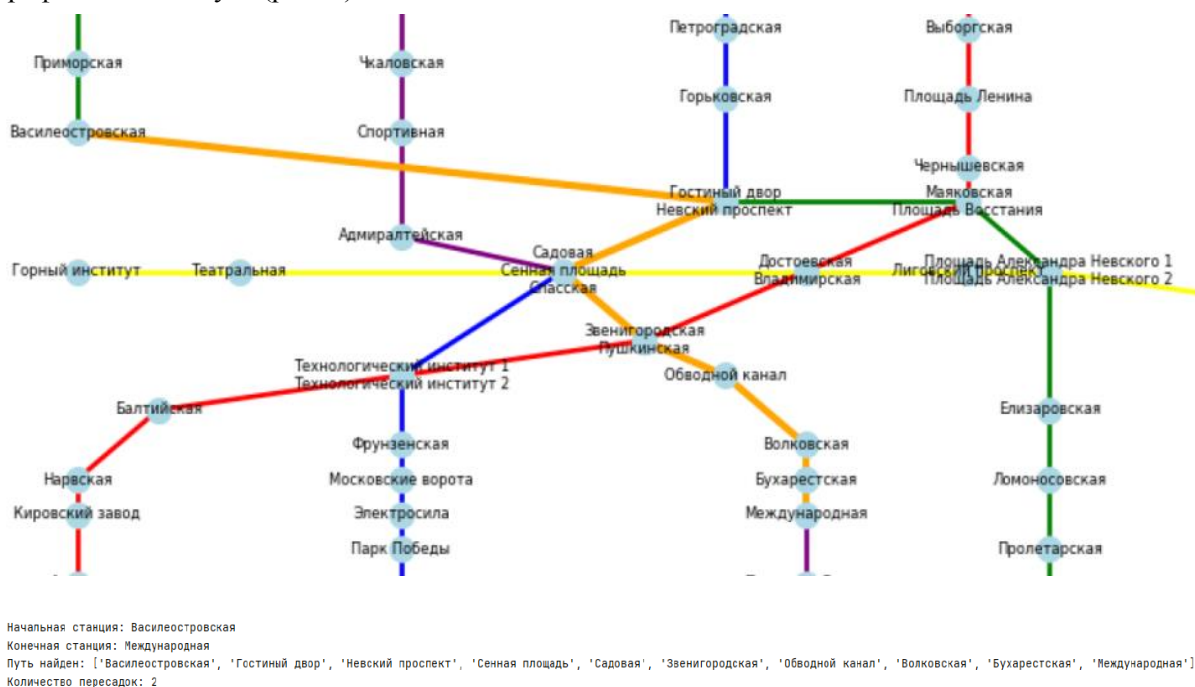


Рис. 2. Поиск маршрута Международная – Василеостровская

Во всех тестовых случаях программа продемонстрировала корректную работу и приемлемое быстродействие. Перспективы развития работы включают учёт дополнительных параметров, таких как время в пути, загруженность станций или наличие лифтов / эскалаторов, а также адаптацию алгоритма для других транспортных систем.

Библиографический список

1. Breadth First Search or BFS for a Graph [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.geeksforgeeks.org/breadth-first-search-or-bfs-for-a-graph/> (дата обращения 01.11.2025).
2. Bozyigit A. Public transport route selection methods with respect to specific criteria. Izmir University of Economics, 2017 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gcris.ieu.edu.tr/> (дата обращения 01.11.2025).

ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОТ С К PYTHON ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

© Димитров В. М., Чистяков Д. Б.
Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
dimitrov@cs.petrso.ru

В работе рассматривается методика преподавания программирования в Петрозаводском государственном университете, где изучение начинается с языка С с последующим переходом к языку Python. Обосновывается стратегический выбор данной последовательности: язык С призван сформировать у студентов глубокое системное понимание вычислительных процессов, работы с памятью и дисциплины программирования через выполнение цикла лабораторных работ. После усвоения низкоуровневых основ переход к высокоуровневому Python позволяет осознанно оценить его абстракции и выразительные возможности, сосредоточившись на скорости разработки, повторном использовании кода и современных практиках. В работе также анализируются потенциальные риски подхода и определяется целевая аудитория данной методики – будущие специалисты в областях, где критически важны низкоуровневые знания.

Ключевые слова: методика преподавания программирования, С, Python.

EXPERIENCE TEACHING PROGRAMMING LANGUAGES FROM C TO PYTHON FOR ENGINEERING SPECIALTIES

© Dimitrov V. M. Chistyakov D. B.
Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

This paper examines the programming teaching methodology at Petrozavodsk State University, where instruction begins with C and then moves on to Python. The strategic choice of this sequence is justified: C is intended to develop in students a deep systems understanding of computational processes, memory management, and programming disciplines through a series of laboratory exercises. After mastering the low-level fundamentals, the transition to high-level Python allows for a conscious appreciation of its abstractions and expressive capabilities, focusing on development speed, code reuse, and modern best practices. The paper also analyzes the potential risks of this approach and identifies the target audience for this methodology – future specialists in fields where low-level knowledge is critical.

Key words: methods of teaching programming, C, Python.

В Петрозаводском государственном университете в институте математики и информационных технологий в двух семестровом курсе «Основы информатики и программирования» используется стратегия, при которой изучение программирования начинается с языка С [1], [2], а затем осуществляется переход к Python [3]. Этот путь является неслучайным и выстроен с целью формирования у будущих инженеров и разработчиков глубокого и системного понимания вычислительных процессов. Он предполагает движение от фундаментальных основ к высокоуровневым абстракциям, что призвано заложить прочный фундамент для дальнейшего обучения и использования этого опыта в реальной работе.

Главным преимуществом такого подхода является то, что язык С выступает в роли низкоуровневого языка, принудительно знакомя студента с низкоуровневыми механизмами работы программы. Студенты учатся напрямую взаимодействовать с памятью, используя указатели и ручное управление ею через функции `'malloc'` и `'free'`. Это убирает неопределенность из того, как программа выполняется, и даёт чёткое понимание того, что такое переменная, массив или структура на самом деле – всего лишь области в памяти.

Этот опыт формирует исключительно важную дисциплину программирования. Строгая статическая типизация языка С и необходимость явно объявлять все сущности приучают к внимательности и аккуратности. Ошибки, такие как выход за границы массива или некорректная работа с указателями, немедленно проявляются в виде сбоев, заставляя не просто исправлять код, а вникать в его логику на уровне машины. В таких условиях студент не может оставаться поверхностным пользователем.

Кроме того, простота синтаксиса языка С позволяет сосредоточиться на основе – алгоритмах и структурах данных. Написав собственную реализацию связного списка или алгоритма сортировки, студент по-настоящему понимает их устройство и вычислительную сложность. Этот опыт бесценен, так как в дальнейшем, используя встроенные структуры Python, он будет ясно представлять, какая работа скрыта за простым вызовом метода.

В соответствии с вышеизложенным в первом семестре студентам необходимо выполнить 7 лабораторных работ:

1. В первой лабораторной работе студент должен освоить весь жизненный цикл разработки на языке С: редактирование кода, компиляция с помощью утилиты `make` [4], запуск на выполнение. И так по кругу до достижения нужного результата.

2. Следующая работа призвана обучить студентов, основываясь на сообщениях от компилятора, искать ошибки и причины их возникновения.

3. В третьей лабораторной работе студент должен получить первоначальные навыки декомпозиции задачи (разбиения ее на функции и понимания этого понятия). А также студент должен освоить работу с отладчиком GDB [5] для пошагового анализа и подмены переменных, что превращает абстрактные концепции в опыт, демонстрирующий как программа ведет себя в памяти.

4. Для выполнения следующей работы студент должен реализовать задачу в нескольких файлах, подключая их к основному коду, и собрать выполняемый файл, используя сложную структуру файла Makefile. Это необходимо, чтобы показать использование одного и того же кода в контексте решения разных задач.

5. Данная работа дает представление о сложных абстрактных типах данных. Студенты проектируют модуль, скрывающий внутреннее представление дроби и предоставляющий набор операций. Сборка кода в статическую или динамическую библиотеку – это переход от написания программ к созданию многократно используемых компонентов, что является востребованным навыком в промышленной разработке.

6. Две финальные работы, такие как «Англо-русский словарь» и «Прототип компьютерной игры», интегрируют все полученные навыки. В первой студенты переходят от обработки простых текстовых потоков к сложному разбору данных, работе с динамической памятью, аргументами командной строки и шаблонами поиска. Вторая, с использованием графической библиотеки SDL, позволяет познакомиться студентам с событийно-ориентированным программированием, управлением ресурсами и созданием интерактивных приложений.

После прохождения такого достаточно низкоуровневого программирования на языке С переход к языку Python воспринимается как переход к более простому способу программирования. В языке Python многие сложные механизмы автоматизированы. Управление памятью осуществляется сборщиком мусора, а набор встроенных структур данных вроде списков и словарей избавляет от необходимости создавать их вручную. Это не только повышает мотивацию, но и даёт осознанное представление об эволюции языков программирования.

Во втором семестре, после усвоения фундаментальных принципов программирования на языке С, студенты переходят к изучению Python, где выполняют 6 лабораторных работ, направленных на освоение его философии и экосистемы:

1. Первая работа посвящена радикальному контрасту с языком С. Студенты знакомятся с интерактивным режимом (REPL), написанием и выполнением скриптов, использованием менеджера пакетов `pip` и виртуальных окружений. Это формирует понимание того, что Python – это не просто язык, а обширная среда с собственными процессами, ориентированным на скорость разработки и повторное использование кода.

2. Вторая работа нацелена на осознанное применение типичных способов решения задач на Python. Студенты учатся использовать встроенные структуры данных (списки, словари, множества), списковые включения, менеджеры контекста (`with`) и обработку исключений. Акцент делается на том, чтобы писать не просто рабочий, но и идиоматичный код, используя выразительные возможности языка для замены многострочных конструкций С лаконичными и эффективными.

3. Третья работа углубляется в работу с данными. Студенты осваивают чтение и запись файлов в различных кодировках и форматах (например, CSV, JSON), что является ключевым навыком для автоматизации и анализа данных. Здесь на практике закрепляется разница между низкоуровневым побитовым вводом-выводом в С и высокоуровневыми абстракциями в Python, которые скрывают технические детали и позволяют сосредоточиться на логике работы с информацией.

4. Данная лабораторная работа является мостом между двумя семестрами. Студенты на практике убеждаются, что Python может выступать в роли «клея», интегрируя высокопроизводительные модули, написанные на C/C++ (например, с использованием библиотеки `ctypes` или `CFFI`). Это демонстрирует принцип «лучшее из двух миров»: скорость разработки на Python для основной логики и производительность C для критичных к скорости вычислений.

5. В этой работе студенты выходят за пределы консоли, создавая визуальные приложения с использованием библиотек, таких как `Tkinter`, `Pygame` или `matplotlib`. Они знакомятся с основами событийно-ориентированного программирования, но делают это на более высоком уровне абстракции, где создание графического интерфейса или построение диаграммы требует в разы меньше кода, раскрывая Python для быстрого прототипирования.

6. Финальная работа посвящает студентов в одну из ключевых практик современной разработки – модульное тестирование. Используя фреймворк `pytest`, они учатся писать автоматические тесты для своих функций, обеспечивая надежность и упрощая дальнейшую модификацию кода. Этот навык знаменует переход от написания учебных скриптов к созданию поддерживаемых и профессиональных программных проектов.

Однако у этой методики есть и недостатки. Наибольший риск заключается в высоком пороге входа, который может демотивировать студентов, особенно не имевших опыта в программировании. Постоянная борьба с синтаксисом, компиляцией и ошибками сегментации может создать ложное впечатление, что программирование – это невероятно сложная и неприступная область, и подавить первоначальный интерес.

Другой подводный камень – риск формирования так называемого «синдрома C-программиста». Привыкнув к полному контролю над каждым байтом, студент может и на Python продолжать писать в императивном стиле, игнорируя его идиомы и высокоуровневые возможности, такие как списковые включения, генераторы или декораторы. Это приводит к созданию рабочего, но неэлегантного и неэффективного с точки зрения Python кода.

Таким образом, выбор последовательности C → Python является стратегическим решением, ориентированным на подготовку фундаментальных специалистов. Он необходим для тех, чья будущая работа будет связана с системным программированием, *embedded*-системами, разработкой операционных систем или высокопроизводительными вычислениями. Для них знание низкоуровневых основ является не просто преимуществом, а строгой необходимостью, а Python становится следующим инструментом для быстрого прототипирования, анализа данных и автоматизации.

Библиографический список

1. GNU C Reference Manual – Официальное руководство по языку C // URL: <https://www.gnu.org/software/gnu-c-manual/> (дата обращения 14.11.2025).
2. C Reference – Справочник по стандарту C // URL: <https://en.cppreference.com/w/c> (дата обращения 14.11.2025).
3. Python Documentation – Официальная документация Python // URL: <https://docs.python.org/3/> (дата обращения 14.11.2025).
4. GNU Make Manual – Официальное руководство по утилите `make` // URL: <https://www.gnu.org/software/make/manual/> (дата обращения 14.11.2025).
5. GDB: The GNU Project Debugger – Официальный сайт и документация отладчика GDB // URL: <https://www.sourceware.org/gdb/> (дата обращения 14.11.2025).

БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ С ПЛК БАГЕТ-ПЛК2, МОДУЛЯМИ И ОБОРУДОВАНИЕМ. РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

© Дьяконов С. С., Екимов К. А.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

sema-dyakov10@mail.ru

В работе представлены результаты первого этапа создания модульного учебно-методического комплекса по промышленной автоматизации. На данном этапе успешно развернута базовая аппаратная платформа на основе отечественного программируемого логического контроллера (ПЛК) «Багет-

ПЛК2» и проведена ее интеграция со средой разработки и отладки (СРиО). Разработан комплект методических материалов и лабораторных работ, позволяющий студентам освоить базовые принципы программирования ПЛК на языке ST по стандарту МЭК 61131-3, работу с дискретными входами/выходами и основы удаленной отладки. Данный комплекс станет эффективным средством для начальной подготовки специалистов и обладает перспективой расширения за счет добавления других модулей, например модулей аналогового ввода и вывода, а также датчиков и исполнительных механизмов.

Ключевые слова: программируемый логический контроллер, учебный стенд, промышленная автоматизация, базовый этап, дискретные сигналы, среда разработки, МЭК 61131-3.

BASIC PRINCIPLES OF WORKING WITH THE BAGET-PLC2 PLC, ITS MODULES, AND EQUIPMENT. DEVELOPMENT OF A TRAINING AND METHODOLOGICAL COMPLEX

© Dyakonov S. S., Ekimov K. A.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The paper presents the outcomes of the initial phase in developing a modular educational and methodological complex for industrial automation. This stage has successfully established a fundamental hardware platform centered around the domestic «Baget-PLC2» programmable logic controller (PLC), seamlessly integrated with its integrated development and debugging environment (IDDE). A comprehensive set of methodological materials has been created and validated, enabling students to acquire foundational skills in PLC programming using the ST language compliant with the IEC 61131-3 standard, discrete I/O operations, and essential remote debugging techniques. This complex will serve as an effective tool for the foundational training of specialists and offers the potential for future expansion through the addition of other modules, such as analog input/output, as well as various sensors and actuators.

Key words: programmable logic controller, training stand, industrial automation, initial stage, discrete signals, development environment, IEC 61131-3.

Введение

Создание полноценного учебного комплекса по промышленной автоматизации является сложной многоэтапной задачей. В данной статье рассматриваются результаты и методические подходы, реализованные в рамках **первого, базового этапа** создания такого комплекса. Его целью являлась отладка центральной аппаратно-программной связки, создание ядра методических материалов и апробация подхода на ограниченном, но фундаментальном наборе оборудования.

Реализованная аппаратная платформа на первом этапе

На текущем этапе развернута и функционирует базовая конфигурация стенда, включающая:

1. **Ядро системы:** Программируемый логический контроллер «Багет-ПЛК2».
2. **Модули ввода и вывода:** Модуль дискретных выходов DO-32, используемый для управления световой индикацией, и модуль дискретных входов DI-32, используемый для анализа логических уровней сигналов с внешних устройств.
3. **Источник питания:** Блок питания Mean Well NDR-120-24, обеспечивающий энергоснабжение компонентов.
4. **Инструмент отладки:** Персональный компьютер с установленной отечественной Средой разработки и отладки (СРиО).

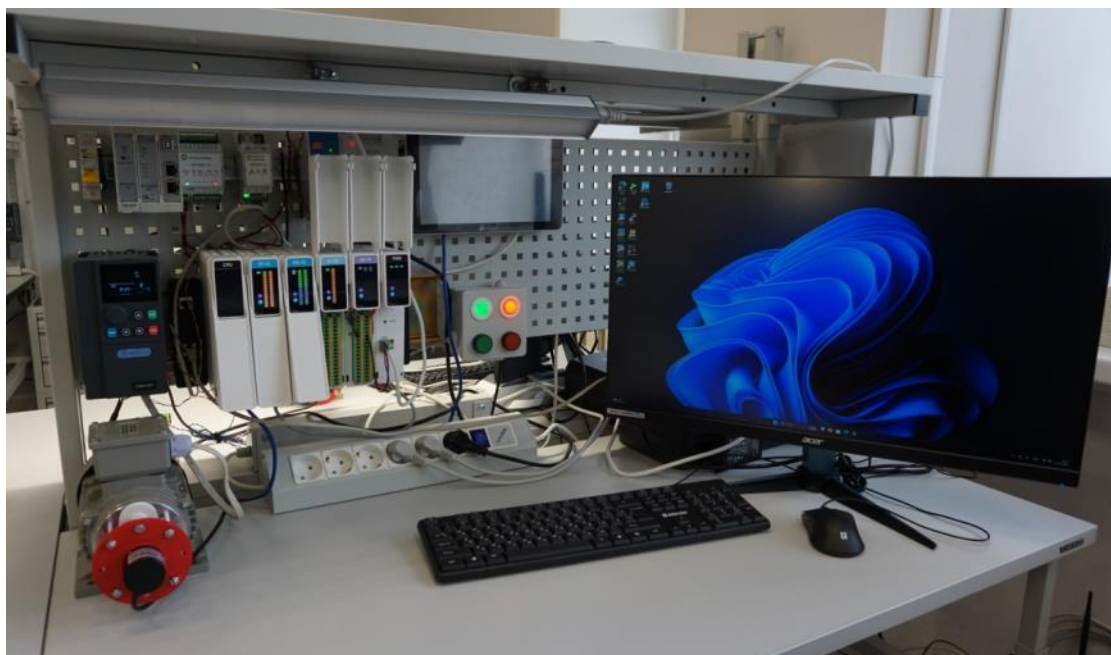


Рис. 6. Лабораторный стенд Багет-ПЛК2

Важно отметить, что такие компоненты, как асинхронный двигатель, частотный преобразователь, энкодер, термодатчики, HMI-панель и модули аналогового ввода-вывода, уже установлены на стенде (рис. 1), но их интеграция и программирование запланированы на последующие этапы развития комплекса.

Программное обеспечение и отработанные методики

Ключевым результатом на данном этапе стало успешное освоение отечественной Среды разработки и отладки (СРиО). В рамках данного этапа были разработаны и опробованы методики, охватывающие следующие базовые операции:

- **создание проекта:** Настройка проекта для целевой платформы ПЛК2, настройка соединения по Ethernet;
- **работа с дискретными сигналами:** Создание переменных, их привязка к физическим адресам модулей дискретного ввода / вывода, программирование простейших операций присваивания на языке ST;
- **цикл разработки:** Освоение полного цикла от написания кода до его компиляции, загрузки и запуска на ПЛК;
- **технология отладки:** Использование встроенного отладчика СРиО для мониторинга состояния переменных в реальном времени и их принудительного изменения.

На основе этих методик создана типовая лабораторная работа «Управление дискретными выходами ПЛК», в рамках которой студенты гарантированно получают первый практический опыт взаимодействия с промышленным контроллером.

Практическая значимость и достигнутые результаты

Разработанный учебно-методический комплекс позволит быстро освоить основные принципы работы с ПЛК и эффективно решать следующие задачи:

1. **Формирование базовых компетенций:** Студенты осваивают фундаментальные принципы программирования ПЛК, архитектуру проектов в СРиО и концепцию циклического выполнения программы.
2. **Отработка навыков работы с дискретными сигналами:** Получение практического опыта в управлении простейшими исполнительными устройствами (светодиодами) через модули дискретного вывода, а также в реакции на изменение состояний на модуле дискретного ввода.
3. **Освоение инструментов отладки:** Прививается культура использования средств отладки для верификации работы программы.
4. **Создание основы для расширения:** Разработанная часть комплекса формирует базу для дальнейшего расширения с добавлением новых компонентов (например, датчиков, панелей оператора и исполнительных устройств).

Заключение и перспективы развития

Первый этап создания учебно-методического комплекса успешно завершен. Результаты показали эффективность выбранного подхода и готовность базовой платформы к дальнейшему расширению. В рамках следующих этапов планируется:

- интеграция модулей аналогового ввода и вывода;
- подключение и программирование работы с асинхронным двигателем через частотный преобразователь;
- освоение технологий измерения с использованием энкодера и термодатчиков;
- организация обмена данными с использованием промышленных сетей и протоколов (таких как RS-485 и Modbus);
- разработка интерфейсов управления и визуализации на HMI-панели.

Таким образом, реализованный начальный этап является критически важным фундаментом, позволяющим поэтапно и системно осваивать все более сложные аспекты промышленной автоматизации в рамках единого учебного комплекса.

Библиографический список

1. ПЛК БАГЕТ-ПЛК2 [Электронный ресурс]: техническое описание / АО «НИИСИ РАН». Электрон. дан. [Москва], 2024. URL: <https://www.niisi.ru/ПЛК-БАГЕТ-ПЛК2.pdf> (02.09.2025).
2. Багет ПЛК2 [Электронный ресурс]: руководство по эксплуатации / АО «НИИСИ РАН». Электрон. дан. [Москва], 2024. URL: https://www.niisi.ru/РЭ_ПЛК2_изм1.pdf (02.09.2025).
3. Среда разработки и отладки программ для ПЛК «Багет» [Электронный ресурс]: руководство пользователя / АО «НИИСИ РАН». Электрон. дан. [Москва], 2024. URL: <https://www.niisi.ru/soft35.pdf> (02.09.2025).
4. Программа «Среда разработки и отладки программ» (СРиО) [Электронный ресурс]: руководство программиста: РСКЮ.20507-01 33 01: версия от 17.01.2024 / АО «НИИСИ РАН». Электрон. дан. [Москва], 2024. URL: <https://itdom-nn.ru/upload/iblock/45e/xkat0ahs94etjxdmqwitgu7ybp5z5edm.pdf> (02.09.2025).

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЕТЕНТНОСТНО-РОЛЕВЫХ МОДЕЛЕЙ В ПОДГОТОВКЕ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ

© Ершова Н. Ю.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
ershova@petrsu.ru

Рассматриваются современные подходы к профессиональной подготовке специалистов в области информационных технологий в условиях цифровизации экономики и ускоряющегося технологического развития. Обосновывается необходимость перехода от традиционных образовательных программ к моделям, ориентированным на формирование компетенций через включение обучающихся в профессиональные контексты, приближенные к реальной деятельности. Представлена компетентностно-ролевая модель (КРМ) обучения, объединяющая системность компетентностного подхода и практическую направленность ролевого моделирования. Описана структура КРМ, включающая три ключевых блока – ролевой, компетентностный и методический, а также этапы её внедрения в образовательные программы ИТ-направлений Петрозаводского государственного университета. Приведены результаты апробации модели, подтверждающие повышение профессиональной мотивации студентов, развитие коммуникативных, предпринимательских и креативных компетенций. Отмечены перспективы дальнейшего развития КРМ, включая создание системы комплексной оценки освоения ролей и компетенций и проектирование адаптивных образовательных траекторий.

Ключевые слова: цифровизация образования, компетентностный подход, ролевое моделирование, компетентностно-ролевая модель, ИТ-образование, профессиональные компетенции.

FEATURES OF APPLYING COMPETENCE-BASED ROLE MODELS IN TRAINING IT SPECIALISTS

© Ershova N. Yu.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The article examines modern approaches to the professional training of information technology (IT) specialists in the context of economic digitalization and rapid technological development. It substantiates the need to shift from traditional educational programs toward models focused on competence formation through student involvement in professional contexts close to real-world activities. The paper presents a competency-role model (CRM) of education that integrates the systematic nature of the competency-based approach with the practical orientation of role modeling. The structure of the CRM is described, including three key components – role-based, competency-based, and methodological – as well as the stages of its implementation in IT educational programs at Petrozavodsk State University. The results of the model's pilot implementation demonstrate increased student motivation, as well as the development of communication, entrepreneurial, and creative competencies. The article also highlights prospects for further CRM development, such as creating a comprehensive system for assessing role and competence mastery and designing adaptive learning trajectories.

Key words: digitalization of education, competency-based approach, role modeling, competency-role model, IT education, professional competencies.

Современные тенденции цифровизации экономики и ускоряющееся развитие технологий создают новые требования к профессиональной подготовке специалистов в области информационных технологий (ИТ). В условиях динамично изменяющегося рынка труда традиционные формы образовательных программ, ориентированные преимущественно на передачу знаний и умений, оказываются недостаточными. Возникает необходимость проектирования таких образовательных моделей, которые обеспечивают не только формирование измеряемых компетенций, но и включение обучающихся в профессиональные контексты, приближенные к условиям будущей деятельности. В данной ситуации особое значение приобретает компетентностно-ролевой подход, сочетающий системность компетентностного подхода [1] и практическую направленность ролевого моделирования [2].

Компетентностно-ролевая модель (КРМ) базируется на интеграции двух методологических принципов: ориентации на формирование профессиональных компетенций и организации обучения через освоение ролей, отражающих реальные производственные функции. Такая модель обеспечивает взаимосвязь между содержанием подготовки, профессиональными задачами и организацией образовательного процесса.

Ролевой компонент модели определяет профессиональные позиции, типичные для ИТ-сферы (программист, аналитик, DevOps-инженер, архитектор систем, инженер по искусственному интеллекту, менеджер ИТ-проектов и др.). Каждая роль описывается через совокупность функций, сценариев деятельности, задач и уровней ответственности. Компетентностный компонент фиксирует набор базовых, доменных и форсайт-компетенций, необходимых для выполнения соответствующей роли. Методический компонент определяет педагогические технологии, формы и средства, обеспечивающие формирование компетенций и освоение ролей: проектное обучение, деловые игры, хакатоны, VR/AR-симуляции и др.

Таким образом, структура КРМ выстраивается в логике «роль → компетенции → методы», что обеспечивает практическую направленность и системность образовательного процесса.

В 2025 году в рамках мероприятий федерального проекта «Кадры для цифровой трансформации» при поддержке Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации экспертным сообществом разработаны и апробированы КРМ для вузов – победителей грантовых конкурсов топ-ИТ (подготовка топ-специалистов в сфере информационных технологий) и топ-ИИ (подготовка топ-специалистов в области искусственного интеллекта).

Информационную базу для проектирования моделей составили федеральные государственные образовательные стандарты ФГОС 3++, профессиональные стандарты в области ИТ, результаты опросов работодателей и промышленных партнеров, а также национальные и международные стандарты и форсайты развития отрасли.

Структура компетентностно-ролевой модели состоит из трех ключевых блоков (рис.1):

1. Рольевой блок – определяет профессиональные позиции и их функциональные характеристики.
2. Компетентностный блок – устанавливает совокупность профессиональных компетенций, дифференцированных по уровням сложности и отраслевой специфике.
3. Методический блок – задает педагогические инструменты, обеспечивающие освоение компетенций и ролей.

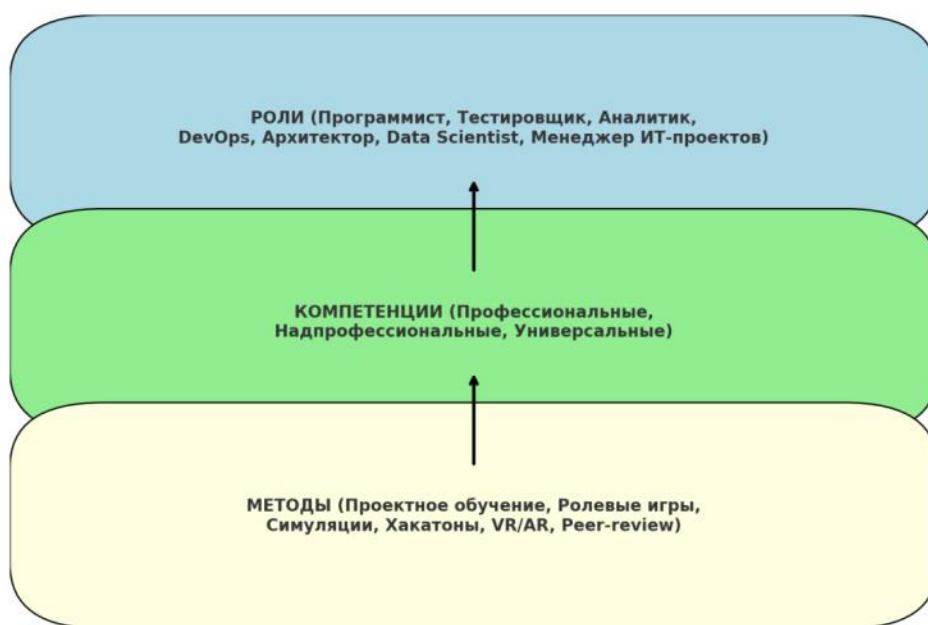


Рис. 1. Структура компетентностно-ролевой модели

На примере реализации КРМ в четырех образовательных программах в сфере информационных технологий Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ) можно проследить последовательность этапов внедрения модели.

Этап 1. Анализ и проектирование.

Проводится исследование рынка труда, определяются наиболее востребованные профессиональные роли, формируются ролевые профили с описанием задач, ожидаемых результатов и контекстов деятельности.

На этом этапе руководители образовательных программ провели анкетирование индустриальных партнеров (ИП): НИЦ «Курчатовский институт» – НИИСИ, АО «Лаборатория Касперского», «Неосистемы ИТ», «Опти-Софт» и др. и определили наиболее востребованные роли: инженер-программист, аналитик данных, архитектор решений, DevOps-инженер, инженер по кибербезопасности и др.

Этап 2. Моделирование компетенций.

Роли сопоставляются с наборами профессиональных компетенций, создаются матрицы соответствия, служащие основой для разработки образовательных программ.

Базовая КРМ инженера-программиста включает компетенции, зафиксированные в профессиональных стандартах и дополненные запросами работодателей и форсайт-компетенциями. Среди них – способность к промышленной разработке программного обеспечения, оптимизации производительности, применению искусственного интеллекта для генерации и отладки кода, а также владение универсальными «мягкими» навыками.

Этап 3. Интеграция в учебные планы.

Ролевые модули включаются в дисциплинарные курсы. Теоретические дисциплины дополняются проектными семинарами, кейс-стади и хакатоном, обеспечивающими отработку профессиональных сценариев.

Интеграция КРМ в учебные планы сопровождалась модернизацией содержания дисциплин и увеличением доли практик, проводимых на базе индустриальных партнеров, расширением использова-

ния проектных форм обучения, хакатонов, деловых игр и лабораторных работ с профессиональным контекстом («ролевые миссии»).

Этап 4. Организация ролевых образовательных практик.

Создаются учебные команды с распределением ролей, внедряются симуляционные и игровые формы обучения, а также цифровые трекеры для фиксации динамики освоения ролей.

Так группы первого курса ФТИ уже приступили к командному выполнению курсовых проектов по кейсам индустриальных партнеров в рамках дисциплины «Введение в профессию».

Этап 5. Оценивание результатов.

Переход осуществляется от проверки отдельных знаний к комплексной оценке выполнения роли. Применяются портфолио, ролевое тестирование, самооценка и взаимная оценка в команде.

Этап 6. Рефлексия и корректировка.

На основании обратной связи от студентов, преподавателей и индустриальных партнеров будет проводиться модернизация ролевых профилей и образовательных методик.

Реализация двух последних этапов еще впереди.

Первые результаты внедрения КРМ показали повышение уровня профессиональной мотивации студентов, развитие предпринимательских, коммуникативных и креативных компетенций. Применение игровых и проектных методов способствует формированию у обучающихся навыков командной работы, лидерства и ответственного принятия решений.

Ключевой задачей дальнейшего развития компетентностно-ролевого подхода является создание системы комплексной оценки освоения ролей и компетенций [3]. Такая система должна учитывать не только когнитивные результаты, но и способность студента выполнять профессиональные функции в реальных или приближенных условиях деятельности.

Перспективы развития КРМ включают разработку адаптивных образовательных траекторий, позволяющих формировать индивидуальные маршруты освоения компетенций и ролей с учетом уровня подготовки, интересов и карьерных целей обучающихся. Это обеспечит гибкость образовательного процесса и повысит его соответствие требованиям цифровой экономики.

Компетентностно-ролевая модель, ориентированная на развитие профессиональных ролей, может рассматриваться как одно из наиболее перспективных направлений совершенствования высшего образования в сфере информационных технологий.

Поддержка исследований: Результаты исследования используются в ПетрГУ для модернизации образовательных программ топ-уровня в сфере информационных технологий.

Библиографический список

1. Карпов А. В., Карпов А. А., Присяжнюк С. О. Специфика формирования профессиональных компетенций специалистов ИТ-сферы [Электронный ресурс] // Национальный психологический журнал. 2024. Т. 19. № 4. С. 201–214. Режим доступа: <https://esik.magtu.ru/ru/11-russian/3-2015/53-51.html?ysclid=mnquvo6bj49079650>.
2. Schleiss J., Johri A. A Roles-based Competency Framework for Integrating Artificial Intelligence (AI) in Engineering Courses [Электронный ресурс] // Proceedings of the 52nd Annual Conference of SEFI. Lausanne, 2024. Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2410.12796>.
3. Ершова Н. Ю. Оценивание сформированности компетенций инженерных образовательных программ // Непрерывное образование: XXI век. 2022. Вып. 4 (40). DOI: 10.15393/j5.art.2022.8010.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РОЛЕЙ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ ЧЕРЕЗ КЕЙСОВЫЙ ПОДХОД НА ПРИМЕРЕ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ГОСТИНИЦЫ

© Ершова Н. Ю.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
ershova@petrsu.ru

Представлен кейсовый подход к обучению студентов ИТ-направлений на примере практической задачи автоматизации бизнес-процессов гостиницы, представленной компанией ООО «Неосистемы ИТ». Кейс разработан с учётом трёх ключевых ролей ИТ-специалистов: инженера-программиста, ме-

неджеера проекта и бизнес / системного аналитика. Такой формат демонстрирует взаимодействие технических, управленческих и аналитических компетенций при реализации единого проекта. Показано, что использование BPMN-модели бизнес-процессов и ролевого разделения задач способствует формированию системного мышления и практико-ориентированных навыков студентов.

Ключевые слова: кейсовый метод, ИТ-специалисты, профессиональные роли, инженер-программист, менеджер проекта, бизнес-аналитик, BPMN, автоматизация гостиницы.

REPRESENTATION OF IT PROFESSIONAL ROLES THROUGH A CASE-BASED APPROACH: HOTEL BUSINESS PROCESS AUTOMATION EXAMPLE

© Ershova N. Yu.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The paper presents a case-based approach to teaching IT students using a practical example of hotel business process automation. The case is designed from the perspectives of three key IT roles: software engineer, project manager, and business/system analyst. This format demonstrates the interaction of technical, managerial, and analytical competencies within a unified project. The use of BPMN business process modeling and role distribution contributes to developing students' systems thinking and practice-oriented skills.

Key words: case method, IT professionals, professional roles, software engineer, project manager, business analyst, BPMN, hotel automation.

Современное ИТ-образование требует не только освоения технологий программирования, но и понимания роли каждого участника проекта. По требованиям мероприятий федерального проекта «Кадры для цифровой трансформации», реализуемого при поддержке Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации вузы – победители грантового конкурса по подготовке топ-специалистов в сфере информационных технологий обязаны применять в учебном процессе кейсовый подход, позволяющий студентам рассмотреть одну задачу с позиции различных профессиональных ролей. При этом практические задания должны быть предоставлены вузу индустриальными партнерами образовательных программ и решать реальные производственные задачи.

Рассмотрим три варианта реализации практического кейса «Гостиница» от компании ООО «Не-осистемы ИТ» с позиций различных профессиональных ролей: инженера-программиста, менеджера проекта и бизнес-/системного аналитика, наиболее востребованных в компании.

Основной предмет остаётся неизменным – гостиница, где необходимо организовать учёт постояльцев, бронирований, расходных материалов и загрузки номерного фонда. Однако каждая роль выдвигает свои задачи и инструменты, что отражается в структуре работы и конечном результате.

Разработанный учебный кейс «Гостиница» направлен на моделирование системы автоматизации учёта постояльцев, бронирований, расходных материалов и расчёта загрузки номерного фонда. Кейс реализуется через три ключевые роли (см. таблицу):

- инженер-программист разрабатывает веб-приложение, проектирует базу данных (Guests, Bookings, Rooms, Consumables, UsageLog), реализует функционал расчёта загрузки номерного фонда и интерфейс администратора. Его основные задачи: проектирование архитектуры системы, реализация функционала, интерфейс, тестирование, документация. Результат деятельности – работающая программа с учётом постояльцев, бронирований, расходников и динамическим расчётом загрузки номерного фонда;
- менеджер проекта организует процесс разработки, распределяет задачи, определяет ресурсы и контролирует сроки реализации. Он использует методы Agile-управления и инструменты Jira или Trello. Его основные задачи:
 1. Инициация проекта.
 2. Планирование.
 3. Распределение ролей и задач.
 4. Контроль выполнения.
 5. Коммуникации и отчётность.
 6. Закрытие проекта.

А результатом является документ «План проекта», финальный отчёт с анализом сроков и рисков, прототип или MVP системы.

- бизнес- и системный аналитик формирует требования, моделирует бизнес-процессы с помощью набора правил и символов, нужных для построения модели бизнес-процессов (Business Process Model and Notation, BPMN) (см. рисунок), создаёт ER-диаграмму данных и техническое задание.



BPMN-диаграмма бизнес-процессов

Основные задачи бизнес- и системного аналитика:

1. Сбор требований.
2. Описание бизнес-процессов.
3. Формализация требований.
4. Проектирование модели данных.
5. Подготовка технического задания.
6. Верификация требований.

Результатом деятельности является комплект аналитических документов: модель бизнес-процессов, ER-диаграмма, техническое задание и спецификация требований.

Таблица

Сравнение ролей при реализации кейса «Гостиница»

Роль	Основной фокус	Продукт работы	Основные инструменты
Инженер-программист	Техническая реализация, код, БД, интерфейсы	Рабочее приложение / модуль	VS Code, Git, SQL, Python/JS/C++
Менеджер проекта	Управление сроками, задачами, рисками	План проекта, отчёты, графики, презентации	MS Project, Trello, Jira, Excel
Бизнес-/системный аналитик	Анализ требований и моделирование процессов	ТЗ, модели данных, диаграммы, SRS	Draw.io, BPMN, UML, Confluence, Word

Такое ролевое распределение позволяет студентам увидеть взаимосвязь между этапами жизненного цикла ИТ-проекта и освоить навыки командного взаимодействия. Итогом выполнения кейса становится интеграция теоретических знаний и практических умений: студенты учатся оценивать задачи с точки зрения разных специалистов и понимать комплексную структуру ИТ-решения.

В результате кейс «Гостиница» демонстрирует эффективность междисциплинарного подхода и применение ролевого моделирования как средства формирования профессиональных компетенций будущих инженеров, менеджеров и аналитиков в области информационных технологий.

Поддержка исследований: Результаты исследования используются в ПетрГУ для модернизации образовательных программ топ-уровня в сфере информационных технологий.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНО-РОЛЕВОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

© Ершова Н. Ю.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

ershova@petrsu.ru

Рассматриваются методы и инструменты проверки образовательных результатов студентов в рамках компетентностно-ролевого подхода. Предлагается комбинированный подход, соединяющий компетентностное и ролевое обучение, для формирования практических навыков и умения применять знания в реальных ситуациях. Продемонстрированы примеры применения компетентностно-ролевого подхода для проверки знаний и умений с позиций разных ролей.

Ключевые слова: компетентностно-ролевой подход, проверка знаний, проверка умений, компьютерное зрение, кибербезопасность, нейросети, практический кейс.

APPLICATION OF COMPETENCY-BASED ROLE APPROACH FOR ASSESSMENT OF LEARNING OUTCOMES

© Ershova N. Yu.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

Methods and tools for checking students' educational outcomes within the framework of the competency-role approach are considered. A combined approach that combines competency-based and role-based learning is proposed to develop practical skills and the ability to apply knowledge in real-life situations. Examples of applying the competency-role approach to test knowledge and skills from different roles are demonstrated.

Key words: competency-based role approach, knowledge assessment, skill evaluation, computer vision, cybersecurity, neural networks, practical case study.

В условиях стремительного развития информационных технологий и возрастающих требований рынка труда классические образовательные модели, базирующиеся на компетентностном подходе перестают удовлетворять потребности как самих студентов, так и работодателей. Для решения этой проблемы предлагается использовать компетентностно-ролевой подход, который объединяет в себе принципы компетентностного обучения и ролевого подхода, придавая образованию практическую направленность и реалистичный контекст.

Компетентностно-ролевой (КР) подход объединяет компетенции, как результат динамического применения сформированных во время обучения знаний, умений, навыков, и роли, имитирующие реальные профессиональные ситуации. Этот подход направлен на формирование у студентов не только абстрактных знаний, но и практических навыков, необходимых для профессиональной деятельности. Основными элементами подхода являются: компетенции, которые определяют, что студент должен знать и уметь, и роли, соответствующие реальным позициям в профессиональной среде, что позволяет обучающимся испытать на практике, как применять свои знания и навыки.

Для проверки образовательных результатов типа «знание» в рамках компетентностно-ролевого подхода используются следующие методы и инструменты:

Симуляции и кейс-методы – студенты разыгрывают реальные ситуации, в которых применяют знания для решения конкретных практических задач.

Ролевые игры – студенты принимают на себя роли, характерные для профессиональной деятельности, и решают задачи в контексте выбранной роли.

Портфолио, включающее доказательства приобретения знаний и навыков, демонстрирует способность студентов применять знания на практике.

На первом этапе использования компетентностно-ролевого подхода для проверки образовательных результатов можно сформулировать тестовые вопросы в контексте КР моделей. И в этом хорошо помогают нейросети.

Промпт: «Напиши 1 (3–5) вопрос(ов) для проверки знания «знает архитектуру современных процессоров, особенности работы с оборудованием процессора», если студент выступает в роли специалиста по кибербезопасности».

Вопрос: Какие меры защиты рекомендуется внедрять для минимизации рисков эксплуатации уязвимости Spectre («Спектр»), связанной со спекулятивным исполнением инструкций?

Варианты ответа:

- А) Применение защитных барьеров контроля потока данных (data flow barriers).
- Б) Использование технологии гипервизионного разделения памяти (memory partitioning).
- В) Полное отключение спекулятивных операций на уровне операционной системы.
- Г) Переход на аппаратные средства шифрования всего трафика процессора.

Правильный ответ: А) Применение защитных барьеров контроля потока данных (data flow barriers).

Промпт: «Напиши 1 (3–5) вопрос(ов) для проверки знания «знает архитектуру современных процессоров, особенности работы с оборудованием процессора», если студент выступает в роли инженера по данным».

Вопрос: Почему инженеры по данным учитывают количество ядер и потоковую обработку инструкций (hyperthreading) при выборе процессора для построения кластера серверов для больших объемов данных?

- А) Больше ядер означают большее энергопотребление, которое повышает затраты на охлаждение.
- Б) Больше число ядер и поддержка многопоточности обеспечивают лучшую параллельную обработку данных и снижают общее время вычисления.
- В) Современные процессоры используют виртуализацию, снижающую необходимость учета числа физических ядер.
- Г) Увеличенное количество ядер снижает надежность системы из-за увеличенной вероятности сбоев.

Правильный ответ: В (Больше число ядер и поддержка многопоточности обеспечивают лучшую параллельную обработку данных и снижают общее время вычисления).

Компетентностно-ролевой подход также эффективен для проверки умений. Главное отличие проверки умений от проверки знаний заключается в том, что в данном случае акцент делается на способности применять знания в реальных ситуациях.

Для проверки умений в рамках компетентностно-ролевого подхода используются следующие методы и инструменты:

Хакатоны и конкурсы, где студенты демонстрируют свои умения в условиях конкуренции.

Наблюдение за действиями студентов в процессе выполнения задач и оценка их навыков экспертами.

Самооценка студентами своих умений и навыков, позволяющая выявить зоны роста и направить усилия на улучшение.

И один из самых распространенных инструментов для преподавателя – это практические задания, когда студенты выполняют не просто задания, придуманные преподавателем, а кейсы от промышленных партнеров, имитирующие реальные задачи, с которыми они столкнутся в профессиональной деятельности. Рассмотрим конкретный пример кейса от компании «Северсталь-инфоком» в зависимости от выбранной роли (таблица).

Таблица

Формулировка практического кейса в зависимости от роли ИТ-специалиста

Кейс по компьютерному зрению «Определение дефектов обжиговых палет»	
Инженер-программист	Инженер по данным
<p>Цель: Разработать систему компьютерного зрения для автоматического обнаружения дефектов обжиговых палет, таких как отсутствие болтов, пластин, повреждение бортов и других повреждений.</p> <p>Детали задачи: Необходимо создать систему, способную распознавать 22 типа дефектов обжиговых палет, среди которых:</p> <ul style="list-style-type: none"> • отсутствие болтов; • повреждение бортов; • отсутствие пластин; • другие дефекты (всего 22 типа). <p>Особенность задачи заключается в том, что многие дефекты связаны с отсутствием определенных элементов, что затрудняет задачу классификации и требует специальных подходов для точного выявления отсутствующих деталей</p>	

<p>Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Разработать алгоритм компьютерного зрения, способный эффективно обнаруживать редкие события, такие как отсутствие определенных деталей. 2. Подготовить и разметить обучающую выборку данных для тренировки модели. 3. Выбрать подходящий подход и архитектуру нейронной сети, подходящей для задачи сегментации и классификации редких событий. 4. Реализовать систему компьютерного зрения, способную надежно определять все 22 типа дефектов, включая ситуации с отсутствием деталей 	<p>Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Собрать и разметить обучающую выборку данных с изображениями обжиговых палет и маркировать дефекты. 2. Разработать стратегию балансировки классов для эффективного обучения модели на редко встречающихся случаях (например, отсутствие болтов). 3. Подготовить данные для тренировки нейронной сети, подходящей для задачи сегментации и классификации редких событий. 4. Построить и обучить модель компьютерного зрения, способную надежно определять все 22 типа дефектов, включая ситуации с отсутствием деталей
--	---

Таким образом, компетентностно-ролевой подход обеспечивает всестороннюю проверку образовательных результатов, способствуя развитию у студентов, как знаний, так и умений, необходимых для успешной профессиональной деятельности.

Поддержка исследований: Результаты исследования используются в ПетрГУ для модернизации образовательных программ топ-уровня в сфере информационных технологий.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОЛИГОНА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КИБЕРУГРОЗ

© Запорощенко Б. И., Семенов А. В.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

bogdanzaporoshenko@mail.ru

В работе представлена разработка киберполигона для моделирования киберугроз. Рассмотрены архитектура системы, методы виртуализации и изоляции сетевых сегментов, а также средства автоматического сбора и анализа событий безопасности. Реализованы типовые сценарии атак и защитных действий, включая сканирование, эксплуатацию уязвимостей, фишинг и брут-форс.

Ключевые слова: киберполигон, виртуализация, сценарии атак, мониторинг и логирование, автоматизация, обучение по кибербезопасности, SIEM, изоляция среды.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED TESTING RANGE FOR CYBER THREAT SIMULATION

© Zaporoshchenko B. I., Semyonov A. V.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The work presents the development of a cyber range for modeling cyber threats. Considered are the system architecture, methods of virtualization and isolation of network segments, as well as means of automatic collection and analysis of security events. It realizes typical attack and defense scenarios, including scanning, vulnerability exploitation, phishing, and brute force.

Key words: cyber range, virtualization, attack scenarios, monitoring and logging, automation. cybersecurity training, SIEM, environment isolation.

Рост количества и сложности кибератак требует создания контролируемых сред для обучения и отработки практических навыков защиты [1], поэтому в рамках работы был разработан автоматизированный киберполигон, обеспечивающий моделирование актуальных угроз и анализ их последствий в безопасной среде. В ходе анализа существующих решений [2] сделан вывод, что большинство со-

временных полигонов опираются на виртуализацию [3] и контейнеризацию [4], но зачастую лишены гибкости для воспроизведения сложных, многоступенчатых сценариев; в предложенной архитектуре (рис. 1) реализовано разделение на сегменты атакующих и защищаемых машин, что обеспечивает надёжную изоляцию, удобство настройки и наглядность взаимодействия «красной» и «синей» команд.

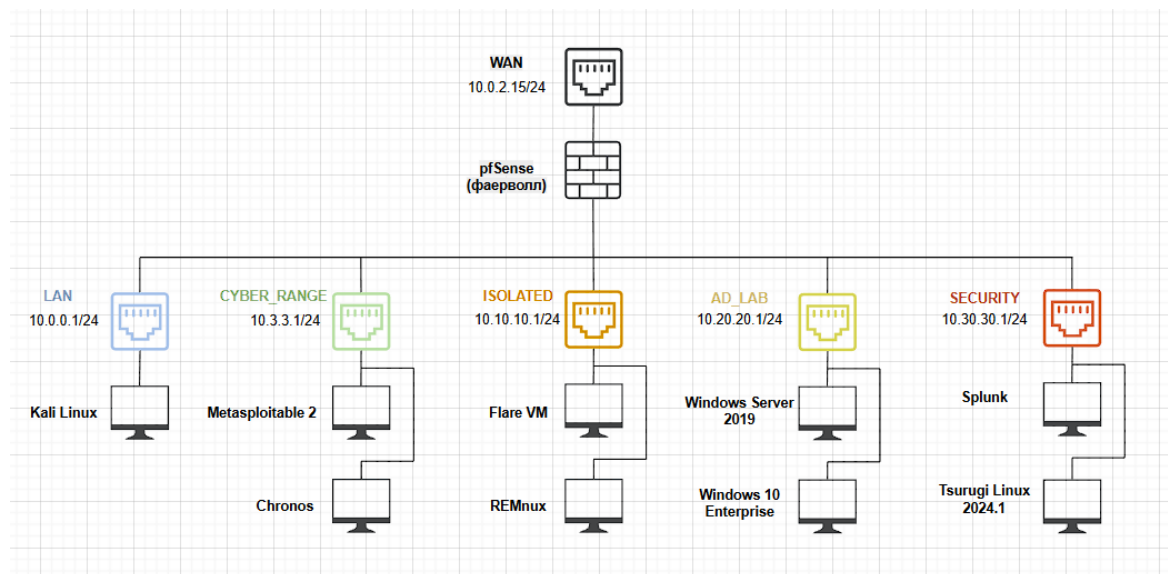


Рис. 1. Топология сети полигона

На основе этой архитектуры реализованы сценарии, отражающие ключевые этапы жизненного цикла атаки: сканирование сети и поиск уязвимых сервисов, получение удалённого доступа и пост-эксплуатация, фишинговая рассылка, подбор паролей (брут-форс) и атака через макро-документ [5]. Для воспроизведения атак используются популярные и надёжные инструменты – Kali Linux с набором Metasploit, Hydra, Gophish для имитации фишинга, а в роли уязвимых целей задействованы машины Metasploitable, Chronos, пользователь Active Directory. Сбор и анализ событий происходят с помощью Splunk, применяются FlareVM и REMnux для анализа вредоносного программного обеспечения. Практическая реализация подтвердила, что такая комбинация разделения инструментов обеспечивает как удобство проведения упражнений, так и полноту отработки процессов обнаружения и реагирования.

Для иллюстрации возможностей полигона подробнее описан сценарий фишинга, поскольку он сочетает в себе социальную инженерию и компьютерные технологии, хорошо демонстрируемые в учебной среде. Подготовительный этап включает создание рассылки в Gophish на Kali-машине, разработку шаблона письма и фальшивой страницы входа, имитирующей вход в корпоративную систему. В среде подготовлен набор тестовых учётных записей Windows 10. На этапе запуска «красная» команда инициализирует рассылку, при этом в трафике и логах сети сразу появляются характерные признаки – массовые SMTP-сообщения с идентичными заголовками и ссылками на внешний ресурс, а на уровне клиентских машин фиксируются переходы по ссылкам и обращения к фишинговой странице. В инструменте Gophish собираются факты кликов и отправки введённых данных, а Splunk обрабатывает события из фаерволла и Windows Event Logs, что позволяет «синей» команде быстро отреагировать: всплеск HTTP-запросов к нетипичному внешнему URL, одновременные попытки входа с одинаковых IP-адресов и записи об открытии вложений или переходах в журнале активности почтового клиента.

Киберполигон показывает свою ценность как обучающая и исследовательская платформа, архитектура с разделёнными сегментами облегчает воспроизведение реальных атак и их мониторинг, интеграция инструментов обеспечивает целостный сбор доказательств и удобство анализа, а используемые сценарии, такие как фишинг, позволяют отрабатывать навыки обнаружения, расследования и реагирования. Этот функционал делает полигон надёжной основой для дальнейшего развития лабораторий по кибербезопасности и расширения набора моделируемых угроз.

Библиографический список

1. Davis J., Magrath S. A Survey of Cyber Ranges and Testbeds Executive [Электронный ресурс] // Defence Technical Information Center. Fort Belvoir, 2013. Режим доступа: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3124791>.
2. Yamin M. M., Katt B., Gkioulos V. Cyber Ranges and Security Testbeds: Scenarios, Functions, Tools and Architecture [Электронный ресурс] // Computers & Security. 2020. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167404819301804>.
3. Stamatopoulos D., Katsantonis M., Fouliras P., Mavridis I. Exploring the Architectural Composition of Cyber Ranges: A Systematic Review [Электронный ресурс] // Future Internet. 2024. Т. 16. № 7. Статья 231. Режим доступа: <https://www.mdpi.com/1999-5903/16/7/231>.
4. Nakata R. CyExec*: High-Performance Container-Based Cyber Range with Scenario Randomization [Электронный ресурс] // JST. 2021. Режим доступа: https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=202102261596396178.
5. Метельков А. Н. Моделирование сценариев кибератак в киберполигонах [Электронный ресурс] // Известия Академии Государственной противопожарной службы МЧС России. 2023. Режим доступа: <https://journals.igps.ru/ru/nauka/article/65965/view>.

ЭКОСИСТЕМА ЦИФРОВЫХ СЕРВИСОВ UNIVER ONLINE

© Иванов М. Н.

Московский международный университет
Москва
ivanov@veel.ru

В статье представлена экосистема цифровых сервисов Univer Online, разработанная компанией Софт Сноу для автоматизации процессов в высших учебных заведениях. Описана актуальность цифровизации университетской среды, представлен опыт компании и основные направления её деятельности. Рассмотрены ключевые решения экосистемы: личные кабинеты обучающегося и сотрудника, мобильное приложение, сервис «Конкурс ППС» и сервис «Анкетирование. Преподаватель глазами студентов». Показано, как интегрированные цифровые инструменты повышают удобство взаимодействия, прозрачность процессов и эффективность управления университетом.

Ключевые слова: цифровизация, университет, цифровые сервисы, личный кабинет, мобильное приложение, конкурс ППС, анкетирование, управление образованием, Univer Online, Софт Сноу.

ECOSYSTEM OF DIGITAL SERVICES «UNIVER ONLINE»

© Ivanov M. N.

Moscow international university
Moscow

The article presents the Univer Online ecosystem of digital services developed by Soft Snow to support the digital transformation of higher education institutions. It describes the relevance of digital services for universities, outlines the company's experience, and highlights its key areas of expertise. The paper examines the main solutions within the ecosystem, including personal accounts for students and staff, a mobile application, the «Academic Staff Competition» service, and the student feedback service «Teacher Through the Eyes of Students». The study demonstrates how integrated digital tools enhance user experience, process transparency, and the overall efficiency of university management.

Key words: digital transformation, university, digital services, personal account, mobile application, Academic Staff Competition, student feedback, education management, Univer Online, Soft Snow.

Современные университеты активно переходят к цифровым форматам работы. Рост количества образовательных программ, усложнение учебных процессов и потребность в оперативном взаимодействии со студенческим и преподавательским сообществом требуют удобных и надежных инструментов. Цифровые сервисы становятся основой управления учебным процессом, повышают прозрачность процедур и обеспечивают доступность информации для всех участников образовательной сре-

ды. В этих условиях возрастает значение комплексных экосистем, объединяющих основные сервисы университета в едином цифровом пространстве.

Компания Софт Сноу является российским аккредитованным разработчиком и интегратором, специализирующимся на решениях для высшей школы. Команда обладает значительным опытом цифровизации бизнес-процессов, реализации интеграционных проектов, построения личных кабинетов и мобильных решений. Накопленная экспертиза позволяет эффективно внедрять современные сервисы в университетскую инфраструктуру и адаптировать их под особенности конкретного вуза.

Сегодня клиентами Софт Сноу являются крупные образовательные организации, в числе которых ведущие российские университеты. Компания сопровождает проекты по модернизации цифровой среды, созданию единого информационного пространства и внедрению сервисов, ориентированных на студентов, преподавателей и администрацию.

Ключевым направлением работы является развитие экосистемы Univer Online – набора цифровых сервисов, объединенных общими принципами, архитектурой и пользовательским опытом.

Личные кабинеты обучающегося и сотрудника являются базовым звеном экосистемы.

Личный кабинет обучающегося предоставляет доступ к расписанию, центру заявок, учебным материалам, сервису повышенной академической стипендии, контрольным мероприятиям, успеваемости и другим элементам образовательного процесса. Решение способствует централизации данных и повышает удобство взаимодействия с университетом.

Личный кабинет сотрудника обеспечивает инструменты для работы преподавателей и административных подразделений: управление информацией, индивидуальный план работы, эффективный контракт, журнал учета посещаемости и успеваемости, электронные ведомости, обмен документами, доступ к необходимым сервисам и аналитике и другие сервисы.

Мобильное приложение Univer Online расширяет возможности личных кабинетов и делает взаимодействие с университетом доступным со смартфона.

Пользователь получает расписание, учебный план, данные по дисциплинам, центр заявок, актуальные уведомления и новости. Для внешних пользователей предусмотрен просмотр расписания без авторизации. Приложение способствует росту вовлеченности студентов и упрощает коммуникацию внутри университета.

Цифровой сервис «Конкурс ППС и выборы руководителей» предназначен для автоматизации конкурсных процедур преподавательского состава. Он обеспечивает прозрачность процессов, удобство подачи документов, учет этапов и результатов. Решение помогает снижать административную нагрузку и формировать объективную конкурсную среду в университетах.

Цифровой сервис «Анкетирование. Преподаватель глазами студентов» позволяет организовать систематическую обратную связь от студентов. Инструмент обеспечивает сбор оценок и комментариев, формирует отчетность и аналитические данные для преподавателей и администрации. Это способствует повышению качества образовательного процесса и развитию механизмов внутренней оценки.

Экосистема Univer Online, созданная командой профессионалов компании Софт Сноу, объединяет лучшие цифровые решения для университетов. Сервисный подход, глубокое понимание вузовской специфики и многолетние партнерские отношения с образовательными организациями позволяют создавать современные удобные платформы, которые поддерживают развитие университетов и делают цифровую среду понятной, функциональной и устойчивой.

Библиографический список

1. Иванов М. Н. Интеллектуальные системы и сервисы в вузе. На примере Directum RX и МТС Линк // XVIII Всероссийская научно-практическая конференция «Цифровые технологии в образовании, науке, обществе»: Материалы. Петрозаводск, 2024. С. 64–66.
2. Иванов М. Н., Кротков П. В., Присада С. А. Архитектура данных и управление на основе данных в высшем учебном заведении // XVII Всероссийская научно-практическая конференция «Цифровые технологии в образовании, науке, обществе»: Материалы. Петрозаводск, 2023. С. 42–45.
3. Ivanov M., Radygin V. Increasing Student Motivation by Using Dynamic Rating: Approach and Implementation as Part of the LMS Based on Open-Source Software. In: Kravets A. G., Bolshakov A. A., Shcherbakov M. (eds) Cyber-Physical Systems: Design and Application for Industry 4.0. Studies in Systems, Decision and Control. 2021. Vol. 342. Springer.

РАСШИРЕНИЕ КОМПИЛЯТОРА ДЛЯ ЯЗЫКА C ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ БЕЗОПАСНОГО КОДА

© Иванов И. И., Димитров В. М.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

dimitrov@cs.petrso.ru

В данной работе предложена концепция компилятора с максимальным уровнем безопасности для подмножества языка Си на базе LLVM. Реализованы ключевые механизмы защиты: проверка границ массивов, защитные канарейки, безопасная арифметика и обязательная обработка ошибок. Созданный прототип демонстрирует значительное повышение безопасности кода, что оправдано для критически важных систем, несмотря на неизбежное снижение производительности.

Ключевые слова: LLVM, язык Си, генерация безопасного кода, защита памяти.

A COMPILER EXTENSION FOR THE C LANGUAGE TO GENERATE SAFE CODE

© Ivanov I. I., Dimitrov V. M.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

This paper proposes a design for a compiler with the highest level of security for a subset of the C language based on LLVM. Key security mechanisms are implemented: array bounds checking, protective canaries, secure arithmetic, and mandatory error handling. The resulting prototype demonstrates a significant improvement in code security, which is justified for mission-critical systems, despite the inevitable performance penalty.

Key words: LLVM, C language, secure code generation, memory protection.

Безопасность программного обеспечения является критически важной проблемой, особенно при использовании низкоуровневых языков, таких как Си. Целью данной работы стало расширение существующего компилятора для подмножества языка Си на основе инфраструктуры LLVM [1] для генерации более безопасного машинного кода. Для этого был проведён детальный анализ современных атак [2], [3], [4], которые условно разделены на две основные категории: атаки, направленные на нарушение управления памятью, такие как буферное переполнение и использование освобождённой памяти, и атаки, нарушающие целостность потока управления, например, возвратно-ориентированное программирование.

На основе анализа угроз был систематизирован широкий спектр механизмов защиты, реализуемых на уровне компилятора. Это позволило предложить радикальную концепцию компилятора с максимальным уровнем безопасности. Её ключевые принципы включают отказ от использования кучи и указателей в пользу ссылок, запрет побочных эффектов функций, обязательную проверку границ массивов и целочисленных операций, а также явную обработку всех возможных ошибок.

На практике был расширен функционал конкретного компилятора, построенного на LLVM. Внедрённые механизмы включают динамическую проверку границ массивов путём хранения размера вместе с данными, что предотвращает выход за пределы буфера. Для защиты от атак на поток управления был реализован механизм защитных канареек, который размещает в стеке специальные значения и проверяет их целостность перед возвратом из функции, эффективно предотвращая классические переполнения.

Для изоляции недоверенного кода и контроля взаимодействия с системой реализован механизм «белых списков сигнатур», который запрещает вызов неразрешённых внешних функций. Кроме того, для предотвращения уязвимостей, связанных с целочисленными операциями, стандартные арифметические инструкции были заменены на их безопасные аналоги с проверкой переполнения. Также была реализована программная эмуляция контроля целостности указателей для обнаружения их повреждения.

Важным языковым расширением стала система, делающая обработку ошибок обязательной. С помощью аннотаций функции декларативно объявляют возможные исключения, а их вызов требует явного блока обработки, что исключает игнорирование ошибок на этапе компиляции.

В результате был создан прототип компилятора, который демонстрирует возможность значительного повышения безопасности генерируемого кода. Достигнутый уровень защиты сопровождается неизбежными компромиссами: снижением производительности из-за постоянных проверок, усложнением разработки и ограничением функциональности, таким как отказ от динамических структур данных. Тем не менее, такой подход оправдан в областях, где безопасность является абсолютным приоритетом, например, в медицине или оборонной промышленности, и служит прочной основой для дальнейших исследований в области создания безопасных систем программирования.

Библиографический список

1. The LLVM Compiler Infrastructure [Электронный ресурс]. URL: <https://llvm.org/> (дата обращения 02.03.2025). Текст: электронный.
2. Обеспечение безопасности кода: Защита на каждом этапе разработки ПО [Электронный ресурс]. URL: <https://www.opennet.ru/opennews/art.shtml?num=54289> (дата обращения 14.11.2025). Текст: электронный.
3. Анализ зависимости безопасности кода от используемого языка программирования [Электронный ресурс]. URL: <https://incom.by/articles/ib/obespechenie-bezopasnosti-kodaintegratsiya-zashchity-na-kazhdom-etape-razrabotki-po/> (дата обращения 14.11.2025). Текст: электронный.
4. Вишняков А. В., Нурмухаметов А. Р. Обзор методов автоматизированной генерации эксплойтов повторного использования кода // Труды ИСП РАН. 2019. Т. 31. Вып. 6. С. 99–124.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В РАБОТЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВУЗА

© Иванова Н. Н., Иванов М. Н.
Московский международный университет
Москва
info@mmu.ru

В статье рассматриваются преимущества использования искусственного интеллекта как инструмента в работе преподавателя вуза.

Ключевые слова: искусственный интеллект, преподавание, обучение, университет, педагогическая деятельность.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE WORK OF UNIVERSITY TEACHER

© Ivanova N. N., Ivanov M. N.
Moscow international university
Moscow

The article discusses the benefits of using artificial intelligence as a tool in the work of a teacher at a university.

Key words: artificial intelligence, teaching, studying, university, pedagogical activity.

В последнее время искусственный интеллект становится одним из ключевых инструментов в работе преподавателей вузов. Одной из важных ролей ИИ в работе преподавателя является автоматизация рутинных операций, которые отнимают значительную часть времени. Сюда входит проверка тестов и домашних заданий, выявление плагиата, формирование отчетности и ведение документации. Это позволяет преподавателям освободить время и силы для более творческой и научной работы, сосредоточиться на подготовке качественного учебного материала и индивидуальном взаимодействии со студентами.

Также на основе данных об успеваемости, стиле обучения и предпочтениях каждого студента создаются индивидуальные образовательные траектории, которые учитывают уровень подготовки, темп усвоения материала и карьерные устремления обучающихся. Такой подход способствует повышению мотивации и эффективности обучения, а также минимизации академической неуспеваемости. Более того, инструменты искусственного интеллекта могут предлагать адаптивные задания, тесты и интерактивные симуляции, которые подстраиваются под конкретного студента. В качестве примера

можно привести программу обучения иностранным языкам Rosetta Stone. Искусственный интеллект в этой системе применяется для адаптации обучения под пользователя, распознавания речи и оценки ответов, что помогает поддерживать мотивацию и улучшать навыки произношения. Система постоянно анализирует прогресс и предлагает усложнение заданий.

Искусственный интеллект помогает преподавателям создавать и обновлять учебные материалы, формулировать задания и тесты, а также проектировать учебные курсы. Нейросети могут генерировать тексты, подбирать примеры и иллюстрации, создавать презентации и визуализации, тем самым делая учебный процесс более интерактивным и современным. Кроме того, системы с искусственным интеллектом могут служить методическими ассистентами, предоставляя рекомендации по оптимизации учебных программ с учетом обратной связи от студентов и актуальных образовательных стандартов.

Внедрение искусственного интеллекта в образовательный процесс дает возможность в режиме онлайн отслеживать учебные достижения и активность студентов, анализировать их выполненные задания, посещаемость и вовлеченность в занятия. Это позволяет преподавателю вовремя обнаруживать трудности у обучающихся, корректировать учебные планы и методы преподавания, а также оказывать индивидуальную поддержку. Более того, с помощью искусственного интеллекта можно предсказать вероятность отчисления или низкой успеваемости студентов, что помогает принимать превентивные меры для улучшения результатов обучения.

Преподаватели вузов имеют возможность применять искусственный интеллект для ускорения и упрощения научно-исследовательской деятельности. Это включает поиски и анализ научной литературы, обработку больших массивов данных, а также автоматическое создание отчетов и научных статей. Кроме того, искусственный интеллект предоставляет доступ к персонализированным программам повышения квалификации, онлайн-курсам и тренингам с использованием современных технологий.

Но, несмотря на то, что использование искусственного интеллекта значительно упрощает работу, нельзя забывать о том, что он не способен заменить творческий подход и профессиональный опыт преподавателя. Всегда существуют какие-либо специфические особенности и потребности конкретной аудитории, которые могут не учитываться при генерации текстов и заданий. Поэтому очень важно тщательно проверять полученный результат.

Тем не менее, можно сделать вывод, что использование искусственного интеллекта меняет работу преподавателя вуза, облегчая рутинные процессы, персонализируя обучение, улучшая качество учебных материалов и предоставляя инструменты для глубокого анализа учебного процесса и научной деятельности. Этот инструмент открывает новые горизонты для развития высшего образования, делая его более эффективным, доступным и современным. Он открывает новые возможности для повышения качества обучения, автоматизации рутинных процессов, персонализации образовательного процесса и стимулирования научно-исследовательской деятельности.

Библиографический список

1. Иванова Н. Н., Трутенко М. П. Использование цифровых сервисов при обучении иностранным языкам в университете // XVIII Всероссийская научно-практическая конференция «Цифровые технологии в образовании, науке, обществе». 2024. С. 70–71.
2. ТОП-15 нейросетей и ИИ для написания учебных пособий в 2025 году и бесплатные способы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vc.ru/niksolvov/1775975-top-15-neirosetei-i-ii-dlya-napisaniya-uchebnyh-posobii-v-2025-godu-i-besplatnye-sposoby>.
3. Хабибуллин И. Р. Актуальность использования нейросетей в образовательных целях / И. Р. Хабибуллин, О. В. Азовцева, А. Д. Гареев. Текст: Молодой ученый. 2023. № 13 (460). С. 176–178.
4. Gasanov F. F., Romanova E. V., Beshpalova N. V., Bylevskiy P. G., Vanina M. F., Ivanov M. N. Recurrent neural networks for text generation. In: Samsonovich A.V., Liu T. (eds) Biologically Inspired Cognitive Architectures 2024. BICA 2024. Studies in Computational Intelligence. 2024. Vol. 477. Springer, Cham, P. 125–133.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

© Иванова Н. Н., Трутенко М. П.

Московский международный университет

Москва

info@mmu.ru

В статье затрагиваются вопросы участия искусственного интеллекта в процессе обучения иностранным языкам в университете. На примере программы Rosetta Stone рассказывается, как искусственный интеллект помогает обучающимся в освоении учебной языковой программы.

Ключевые слова: искусственный интеллект, иностранные языки, обучение, университет, Rosetta Stone.

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LEARNING FOREIGN LANGUAGES

© Ivanova N. N., Trutenko M. P.

Moscow international university

Moscow

This article explores the use of artificial intelligence in university foreign language teaching. Using the Rosetta Stone program as an example, it explains how artificial intelligence helps students to learn the language curriculum.

Key words: artificial intelligence, foreign languages, studying, university, Rosetta Stone.

С каждым годом искусственный интеллект становится все более значимым инструментом в изучении иностранных языков. Его применение способно значительно расширить доступность и эффективность языкового образования, предоставляя новые возможности для самостоятельного обучения.

На рынке существует множество приложений для обучения иностранному языку, и в каждом из них используются элементы искусственного интеллекта. Например, виртуальные ассистенты с распознаванием и синтезом речи (например, Siri, Alexa), облегчают тренировки произношения и устного общения. Однако, искусственный интеллект пока не может полностью заменить преподавателя, так как у него отсутствуют способности к спонтанному творчеству и человеческому обмену знаниями. Тем не менее, приложения с графическим интерфейсом и речевыми чат-ботами обеспечивают интерактивные упражнения, диалоги и обратную связь. А это полезно для начинающих и тех, кто не может посещать регулярно аудиторные занятия. Эти технологии позволяют учиться в любом месте и в любое время, создавая индивидуализированный опыт обучения. Современные инструменты искусственного интеллекта умеют распознавать речь, создавать адаптивные обучающие программы и предоставлять интерактивные упражнения. Они позволяют обучающимся практиковать произношение, понимать живую речь и вести диалоги с виртуальными ассистентами.

В чем особенность преподавания иностранного языка в университетах? В университетах иностранным языкам обучают с использованием комплексных методик, включающих аудиторные занятия, коммуникативные методы, игровые техники, проекты, а также используют цифровые образовательные ресурсы. Среди техник – работа в парах и группах, интерактивные упражнения, аудирование, письменные задания и презентации. Активно используются мультимедийные средства, онлайн тесты и тренажеры. Цель – развить все навыки: говорение, аудирование, чтение, письмо, а также межкультурную коммуникацию, уложившись в отведенное учебным планом время. Ключевым считается интеграция теории и практики с опорой на реальные языковые ситуации. Поэтому, очень важно использовать программные продукты и приложения, которые помогут обучающимся самостоятельно натренировать навыки.

В Московском международном университете в качестве такой программы-помощника в обучении иностранному языку выступает программа Rosetta Stone [1].

Rosetta Stone – это классическое приложение для изучения языков, использующее метод погружения, с помощью изображений и аудио, где изучающий воспринимает язык в контексте без перевода на родной язык. Искусственный интеллект в этой системе применяется для адаптации обучения под пользователя, распознавания речи и оценки ответов, что помогает поддерживать мотивацию и улучшать навыки произношения. Система постоянно анализирует прогресс и предлагает усложнение

заданий. Также обучающиеся и преподаватели получают подробную статистику, что позволяет преподавателю осуществлять контроль за освоением учебной программы обучающимся, и при необходимости корректировать траекторию изучения языка.

Как и любая технология, Rosetta Stone имеет свои ограничения:

- ограниченный контекст. Хотя программа предлагает богатый лексический и грамматический материал, она не всегда учитывает культурные и социальные контексты, важные для полноценного овладения языком;
- необходимость дополнительного контроля. Без постоянного контроля со стороны преподавателя студенты могут столкнуться с трудностями в понимании сложных концепций или грамматических правил;
- технические требования. Для использования программы требуется стабильное интернет-соединение и соответствующее оборудование, что может быть проблемой для некоторых студентов.

Внедрение искусственного интеллекта в процессы обучения позволяет получать персонализированные рекомендации, адаптацию учебных материалов с учетом уровня и интересов обучающегося, автоматическую проверку грамматики и произношения, а также моделирование диалогов с виртуальными преподавателями. Кроме того, аналитика больших данных позволяет выявлять зоны затруднений у обучающихся и создавать эффективные стратегии обучения. Это способствует повышению вовлеченности, снижает нагрузку на преподавателей и улучшает качество обратной связи.

Таким образом, искусственный интеллект уже существенно помогает изучать иностранные языки через различные методы и платформы, включая Rosetta Stone. В университетах традиционные методы обучения дополнительно усиливаются за счет искусственного интеллекта, создавая более персонализированный и эффективный учебный процесс. Однако данные технологии не заменят живого преподавателя, а скорее станут мощным инструментом поддержки и расширения возможностей языкового образования.

Библиографический список

1. Иванова Н. Н., Трутенько М. П. «Использование цифровых сервисов при обучении иностранным языкам в университете» // XVIII Всероссийская научно-практическая конференция «Цифровые технологии в образовании, науке, обществе». 2024. С. 70–71.
2. Ученые узнали, как искусственный интеллект учит языки [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://naukatv.ru/news/ii_uchit_yazyki_tak_zhe_kak_i_lyudi_pokazalo_issledovanie
3. Крылова Е. А. «Использование технологий искусственного интеллекта в преподавании иностранных языков в высшей школе» // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2025. Выпуск 2. С. 105–115.
4. Tsaregorodtsev A. V., Samoylov V. E., Zenov A. E., Zelenina A. N., Petrosov D. A., Pleshakova E. S., Osipov A. V., Ivanov M. N., Petrosova N. V., Lopatnuk L. A., Radygin V. Y., Roga S. N. The architecture of the emotion recognition program by speech segments, *Procedia Computer Science*. 2022. Vol. 213. P. 338–345.

ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕПРЕЗЕНТАЦИЙ ИСТОРИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ И ПЕРСОНАЛИЙ В РУССКОЯЗЫЧНОМ СЕКТОРЕ ИНТЕРНЕТА (НА ПРИМЕРЕ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ «ВКОНТАКТЕ»)

© Ильюков Е. А., Мартынов А. А., Корзун Д. Ж., Волохова В. В.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

egor11514@gmail.com, tole.martynov@gmail.com

В докладе рассматриваются методы автоматизированного анализа данных, применяемые для исследования репрезентаций исторических событий и персоналий в русскоязычном секторе Интернета. В качестве источника текстовых данных используется социальная сеть «ВКонтакте». Представлены методы сбора текстовых данных, их обработки и визуализации статистики упоминаний героев и событий, связанных с историей Великой Отечественной войны в Карелии. Для выполнения экспериментальной части анализа используются инструменты лемматизации (pymorphy2), распознавания

именованных сущностей (Natasha), синтаксического анализа (spaCy), а также специализированные инструменты подсчёта упоминаний и определения контекстных слов.

Ключевые слова: обработка естественного языка, репрезентация исторических событий и персоналий, русскоязычный сегмент интернета, социальная сеть «ВКонтакте».

DIGITAL METHODS FOR RESEARCHING THE REPRESENTATION OF HISTORICAL EVENTS AND FIGURES IN THE RUSSIAN-LANGUAGE INTERNET: A CASE STUDY OF THE VKONTAKTE SOCIAL NETWORK

© Pyukov E. A., Martynov A. A., Korzun D. G., Volokhova V. V.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

This paper explores methods of automated data analysis applied to the study of representations of historical events and figures within the Russian-speaking segment of the Internet. The social network «VKontakte» (VK) is used as the source of textual data. The study outlines methods for collecting textual data, processing it, and visualizing statistics on the mentions of heroes and events related to the history of the Great Patriotic War in Karelia. The experimental part of the analysis employs lemmatization tools (pymorphy2), named entity recognition (Natasha), syntactic parsing (spaCy), as well as specialized tools for counting mentions and identifying contextual words.

Key words: Natural Language Processing (NLP), representation of historical events and figures, Runet, Social network «VKontakte».

Введение

Сегодня социальные медиа становятся своеобразным «зеркалом» коллективных представлений о прошлом, в котором отражаются наиболее значимые для современного общества ключевые события и деятели прошлых эпох. Для исследования особенностей репрезентации отдельных исторических событий и персоналий в таких медиа, как социальные сети, необходимы специализированные технологии сбора и обработки больших объемов текстовых данных. В данной работе исследуются цифровые методы и инструменты работы с текстовыми данными из социальных сетей в русскоязычном сегменте интернета. Разработано приложение для сбора новостных публикаций из социальной сети «ВКонтакте» и анализа их содержимого с использованием известных технологий обработки естественного языка.

В качестве референтной прикладной задачи исторического исследования рассматривается анализ репрезентации истории Великой Отечественной войны в цифровом пространстве как одного из ключевых событий в истории XX века для нашего государства. Как отмечают Н. В. Трубникова и А. Ю. Саркисова: «прикладной анализ неструктурированных больших данных социальных медиа позволяет решать принципиально новые задачи, выявлять новые особенности массового исторического сознания, расширяя наши представления о пространстве исторической памяти и специфических характеристиках национальной идентичности современной России» [1, с. 302]. Исследование ограничено данными о Лоухском районе Республики Карелия.

Сбор текстовых данных

В качестве источника данных используется социальная сеть «ВКонтакте» как одна из наиболее популярных в русскоязычном сегменте интернета и активно используемая для освещения местных событий в регионах. Отобрано 41 публичное сообщество (паблики) Лоухского района Республики Карелия, разделенные на четыре тематические группы: образовательные организации, органы местного самоуправления, учреждения культуры (сельские дома культуры и библиотеки, музеи) и неофициальные сообщества (созданные физическими лицами или некоммерческими организациями). Сбор текстов постов из этих пабликов осуществлялся с помощью официального API «ВКонтакте». Объектом анализа являются текстовые сообщения, публикуемые в выбранных сообществах.

Обработка данных

Для выделения релевантных упоминаний в текстах были задействованы технологии обработки естественного языка и специализированные программные инструменты.

1. **Подсчёт упоминаний героев.** Для каждого героя Великой Отечественной войны в предварительно составленном списке (справочнике) задается полное ФИО. На его основе генерируют-

ся варианты записи имени (полные и сокращенные формы). Текст поста нормализуется (лемматизация) с помощью программных функций библиотеки `rumorphy2`, что позволяет убрать морфологические изменения слов. Выполняется поиск полных совпадений трёхсловного ФИО в нормализованном тексте и учитывает их в статистике. Если найдено только совпадение двух слов (например, имя и отчество без фамилии), проводится дополнительный анализ: с помощью программы `Natasha (NER)` проверяется, встречается ли в соседних словах фамилия героя. Если фамилия была найдена, но не совпадает с искомой, упоминание игнорируется; в противном случае такое упоминание засчитывается как валидное.

2. **Подсчёт упоминаний событий.** Для определения упоминаний конкретных событий из списка разработан алгоритм поиска фразы в тексте поста. Сначала текст также проходит лемматизацию (программа `rumorphy2`). Затем проверяется последовательное вхождение ключевых слов названия события в одном предложении. Если точная фраза найдена – счётчик упоминаний увеличивается. При отсутствии точной последовательности проверяется наличие всех слов названия события в предложении в произвольном порядке. Если все леммы присутствуют, дополнительно выполняется синтаксический анализ (программа `sraCy`): проверяется, входят ли все слова фразы в одно синтаксическое поддерево. Если эта проверка проходит успешно, считанное упоминание считается корректным. Такой подход устраняет ложные совпадения, когда слова события встречаются разрозненно в тексте.
3. **Выделение контекстных слов.** Для каждого найденного упоминания (героя или события) дополнительно собирается информация о контекстных словах, часто употребляемых вместе с данным элементом нарратива. Применяются два подхода:
 - о *Частотный анализ:* из текста извлекаются слова (существительные, прилагательные, глаголы), за исключением лемм самого героя / события. Подсчитывается частота таких слов в предложениях, содержащих упоминание. Это выявляет самые часто встречающиеся «ассоциативные» слова, употребляемые в контексте конкретного героя или события.
 - о *Синтаксический анализ:* выполняется синтаксический разбор предложений с помощью программы `sraCy`, после чего в контекстный словарь добавляются слова, входящие в синтаксическое поддерево имени героя или фразы события. Таким образом выделяются лексемы, наиболее тесно связанные с искомым элементом нарратива по смыслу.

Собранные статистические данные агрегируются и структурируются в табличном виде: учитываются число постов и суммарное число упоминаний по каждой группе сообщества, а также разбивка по годам и месяцам. Такая организация позволяет исследовать динамику упоминаний интересующих объектов и сравнивать их популярность в разных типах сообществ.

Визуализация результатов

Для удобного анализа собранных данных разработаны различные визуализационные представления:

- **накопительные графики** (программа `matplotlib`): отображают временные ряды количества упоминаний каждого героя или события по месяцам и годам в разных категориях сообществ (рис. 1). Эти диаграммы позволяют визуализировать динамику и выявлять периоды всплеска внимания;
- **круговые диаграммы** (программа `matplotlib`): отображают доли упоминаний отдельных героев или событий в общем объёме упоминаний акторов, что позволяет быстро оценить относительную значимость объектов памяти (рис. 2);
- **облака слов** (программа `wordcloud`): отображают наиболее частые контекстные слова, связанные с конкретным героем или событием (рис. 3);
- **географические тепловые карты** (программа `GeoJSON-разметки`): отображают карту районов Карелии, где цветом отмечается уровень упоминаний в каждой локации (рис. 4). Такая карта позволяет выявить региональные особенности распространения исторических нарративов.

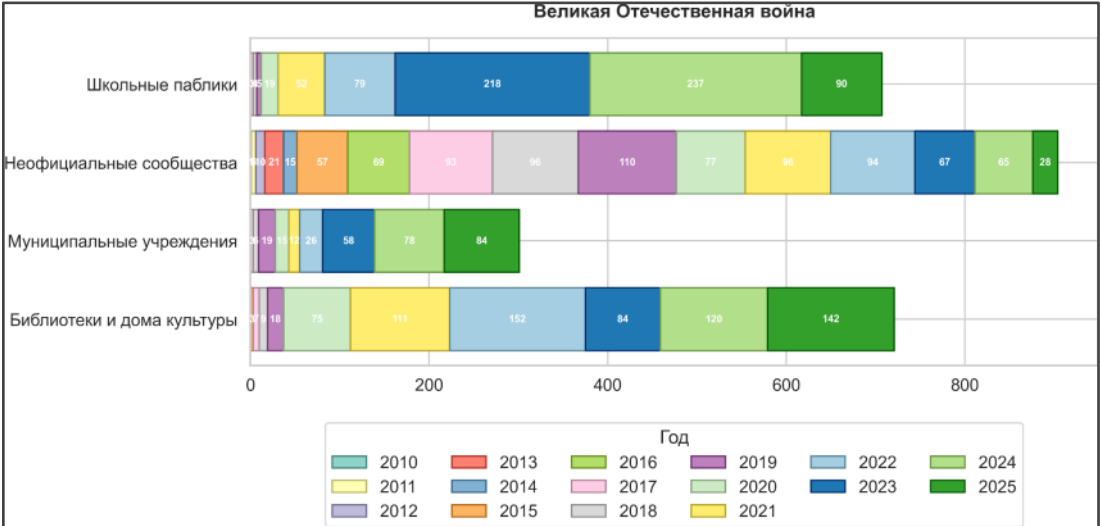


Рис. 1. Пример накопительной диаграммы

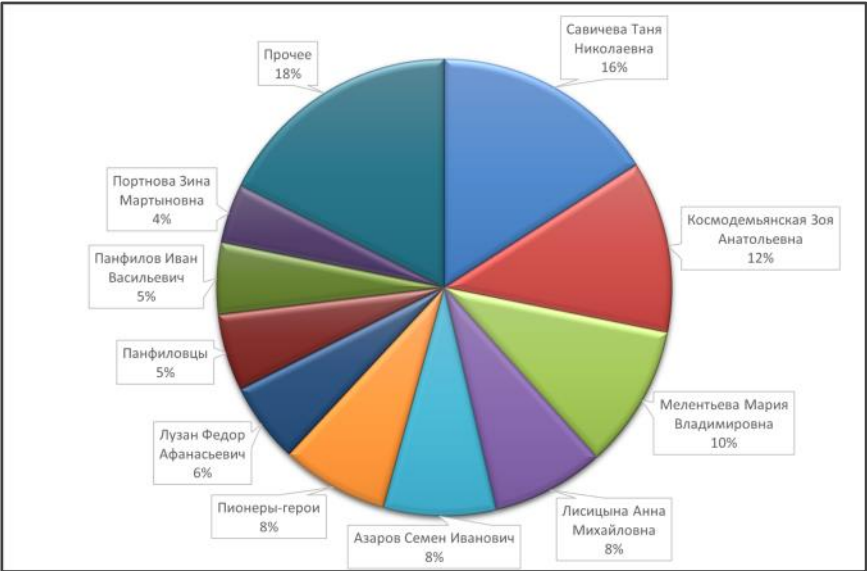


Рис. 2. Пример круговой диаграммы



Рис. 3. Пример облако слов

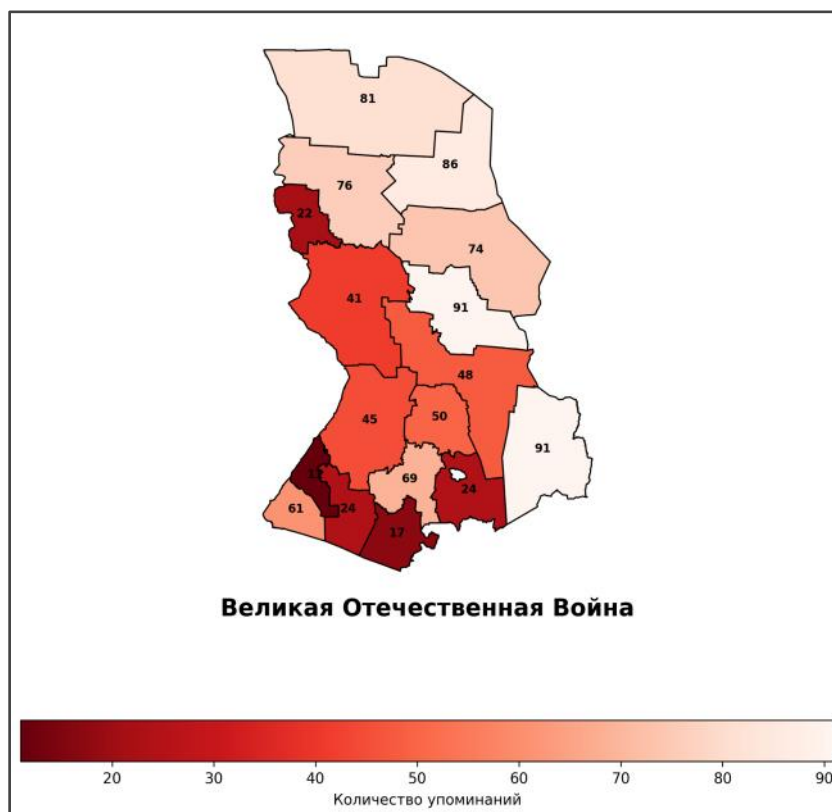


Рис. 4. Пример тепловой карты

Заключение

Рассмотренные цифровые методы исследования репрезентаций исторических событий и персоналий выполняют сбор и анализ текстовых данных из социальной сети, а также визуализируют результаты анализа. Разработанное приложение демонстрирует, как эти цифровые методы позволяют анализировать представление объектов исторической памяти и отслеживать их актуальность в разных сообществах.

Поддержка исследований: Результаты исследования используются в ПетрГУ для модернизации образовательных программ топ-уровня в сфере информационных технологий.

Библиографический список

1. Трубникова Н. В. Герои национальных нарративов в зеркале исторической памяти Рунета (на материале больших данных социальной сети «ВКонтакте») / Н. В. Трубникова, А. Ю. Саркисова // Русин. 2022. № 69. С. 282–305. DOI: 10.17223/18572685/69/16. EDN: GONVRO.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ ПОГОДНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ

© Ильюшин А. П., Богоявленский Ю. А.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

ilyushin@cs.petrus.ru, ybgv@cs.karelia.ru

В работе изложен подход к разработке мобильного приложения, предоставляющего персональные рекомендации по выбору одежды в зависимости от погодных условий. Разработана и обучена нейросетевая модель на синтетическом датасете, учитывающем температурные параметры, влажность, скорость ветра, время года, возраст и пол пользователя. Модель демонстрирует точность выше 85% и преобразована в формат TensorFlow Lite для работы на мобильном устройстве.

Показана практическая значимость системы как прототипа адаптивного сервиса для повседневного использования. Использованы кроссплатформенный программный каркас Flutter и программный интерфейс API OpenWeatherMap для получения метеоданных.

Ключевые слова: мобильное приложение, прогноз погоды, персонализированные рекомендации, нейросетевая модель, машинное обучение.

DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR PERSONALIZED WEATHER RECOMMENDATIONS BASED ON A NEURAL NETWORK MODEL

© Plyushin A. P., Bogoiavlenskii Iu. A.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The paper describes an approach to the development of a mobile application that provides personal recommendations on choosing clothes depending on weather conditions. A neural network model based on a synthetic dataset has been developed and trained, taking into account temperature parameters, humidity, wind speed, time of year, age and gender of the user. The model demonstrates accuracy above 85% and has been converted to TensorFlow Lite format for use on a mobile device. The practical significance of the system as a prototype of an adaptive service for everyday use is shown. The Flutter cross-platform software framework and the OpenWeatherMap API interface were used to obtain weather data.

Key words: mobile application, weather forecast, personalized recommendations, neural network model, machine learning.

Активное развитие мобильных технологий и методов искусственного интеллекта открывает новые возможности для создания персонализированных сервисов. Одной из таких областей является прогнозирование погоды, где помимо точных метеоданных пользователь заинтересован в получении адаптированных под свои нужды советов. Предлагаемое решение – мобильное приложение, которое не только отображает погоду, но и формирует индивидуальные рекомендации по выбору одежды.

В основе приложения лежит кроссплатформенный программный каркас Flutter [1; 2], обеспечивающий высокую производительность и единую кодовую базу для iOS и Android. Выбор Flutter обусловлен простотой интеграции внешних API, наличием инструментов для быстрого прототипирования и активной поддержкой сообщества [3].

Для получения метеоданных используется программный интерфейс API OpenWeatherMap [4], предоставляющий актуальную информацию о температуре, влажности, скорости ветра и типе погодных условий. Этот источник выбран благодаря надежности, подробной документации и наличию бесплатного тарифа, достаточного для реализации учебного проекта.

Ключевой компонент системы – нейросетевая модель, генерирующая рекомендации по одежде. Её архитектура формировалась с учетом требований мобильной среды: ограничений по вычислительным ресурсам, потреблению памяти и задержкам при выполнении инференса. При выборе формата модели учитывались рекомендации по интеграции машинного обучения в мобильные приложения [1], а также практические подходы к работе с TensorFlow Lite [5].

Рассмотрим перелагаемую нейросетевую модель, схема которой представлена на рисунке 1.

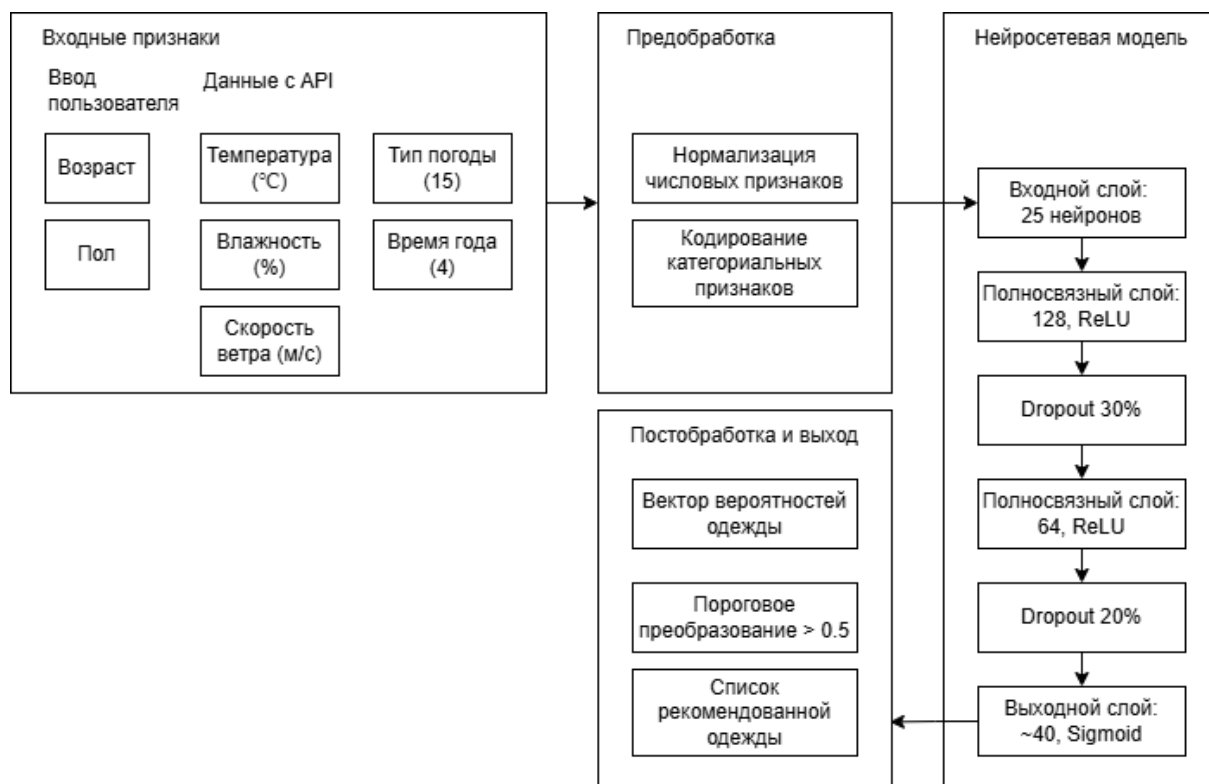


Рис. 1. Описание нейросетевой модели

Входной вектор состоит из 25 признаков, включающих нормализованные значения температуры воздуха, влажности, скорости ветра, возраст пользователя, boolean значения пола, сезон и one-hot представление пятнадцати типов погодных условий. Числовые параметры приводятся к единому масштабу, что повышает устойчивость обучения и улучшает сходимость оптимизатора. Категориальные признаки представлены в виде бинарных наборов, исключающих появление искусственного порядка между классами.

Основу модели образует последовательность полносвязных слоев. Первый скрытый слой из 128 нейронов обрабатывает объединенный вектор признаков и формирует первичное представление зависимости между погодой и предметами одежды. Следующий слой из 64 нейронов уточняет найденные закономерности и способствует лучшему разделению примеров с разными рекомендациями. Dropout-регуляризация введена для снижения переобучения, так как синтетический датасет содержит устойчивые шаблоны, которые модель может воспроизводить слишком точно. Выходной слой использует сигмоидную активацию и формирует самостоятельное значение вероятности для каждого предмета одежды.

Температура в градусах Цельсия отражает главный фактор выбора одежды; влажность и скорость ветра влияют на теплопотери и вероятность осадков; тип погоды – на необходимость аксессуаров и защитной экипировки; сезон задаёт общий фон условий; возраст и пол учитывают индивидуальные различия и практические предпочтения разных групп пользователей.

На рисунке 2 представлены графики потерь и точности, полученные во время обучения модели.

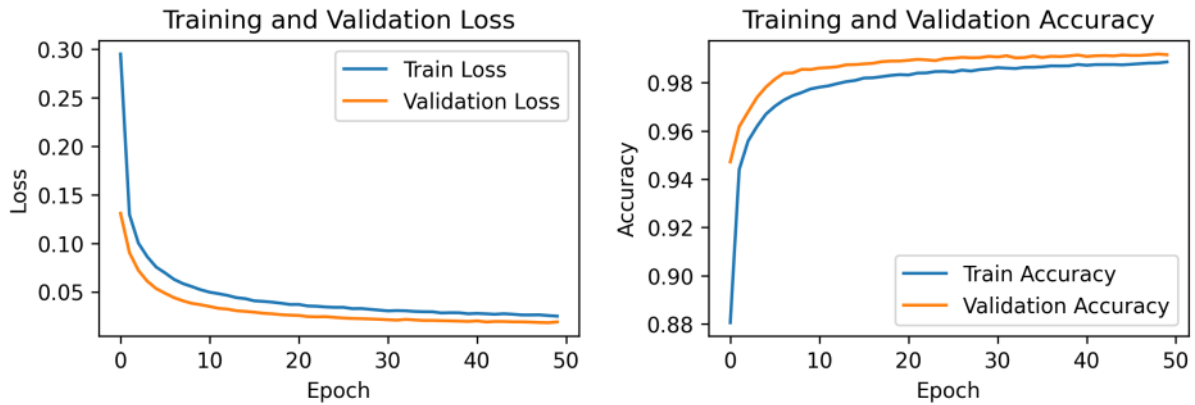


Рис. 2. Динамика потерь и точности на обучающем и валидационном наборах

Обучение проведено на синтетическом датасете объемом 10 000 примеров. При генерации данных учитывались базовые правила подбора одежды, нормальные диапазоны атмосферных параметров и редкие погодные события. Обучение выполнялось с ранней остановкой, что помогло избежать избыточного увеличения ошибки на валидации. Оценка качества показала устойчивую бинарную точность выше 85 % для большинства категорий. Дополнительный анализ скрытых активаций, выполненный методом PCA, выявил сгруппированные области в скрытом пространстве – это подтвердило способность модели разделять погодные сценарии и соответствующие им рекомендации.

На рисунке 3 представлена диаграмма, показывающая важность входных признаков.

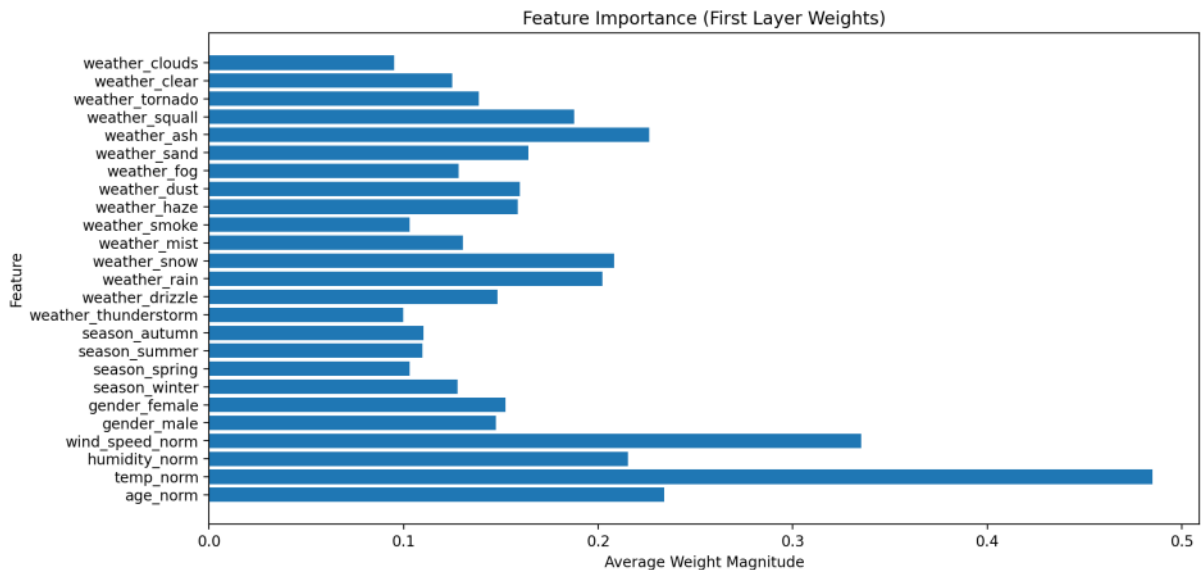


Рис. 3. Важность входных признаков (по модулям весов первого слоя)

Анализ важности входных признаков по весам первого слоя показал, что наибольшее влияние оказывают температура, скорость ветра, сезон и тип погодных условий. Эти параметры образуют основу для большинства рекомендаций, и их доминирование согласуется с логикой, заложенной в генератор данных.

На рисунке 4 показано, как примеры с разными метками (комбинациями одежды) занимают различные области скрытого пространства и множество точек сгруппированы по цвету.

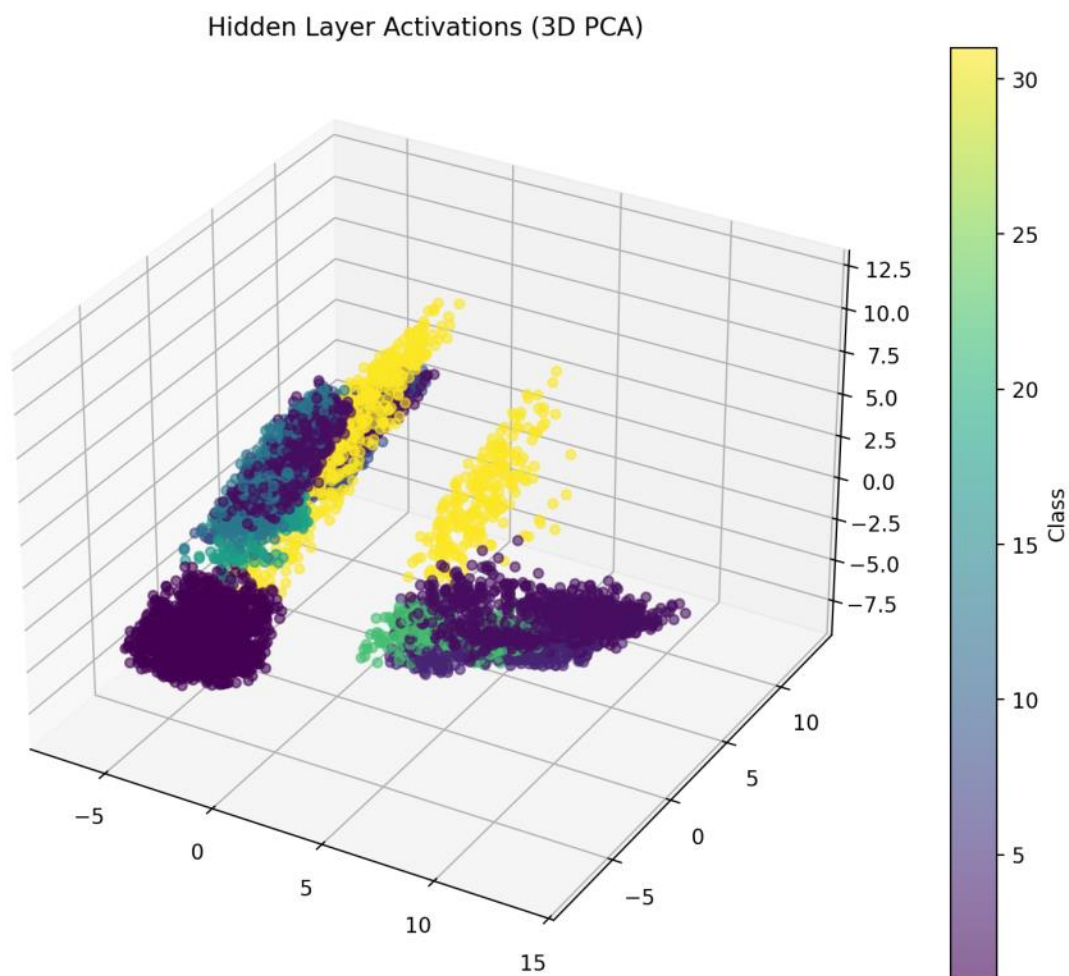


Рис. 4. 3D-проекция активаций скрытого слоя (PCA)

Для интеграции в мобильное приложение модель конвертирована в формат TensorFlow Lite. Взаимодействие с ней организовано через библиотеку `tflite_flutter`, что позволяет выполнять инференс непосредственно на устройстве без подключения к серверу [2]. Пользовательский интерфейс включает три основных экрана: главный с прогнозом погоды, страницу настроек для ввода персональных данных и экран с текстовыми рекомендациями.

На рисунке 5 представлен процесс работы получения рекомендации одежды в приложении.

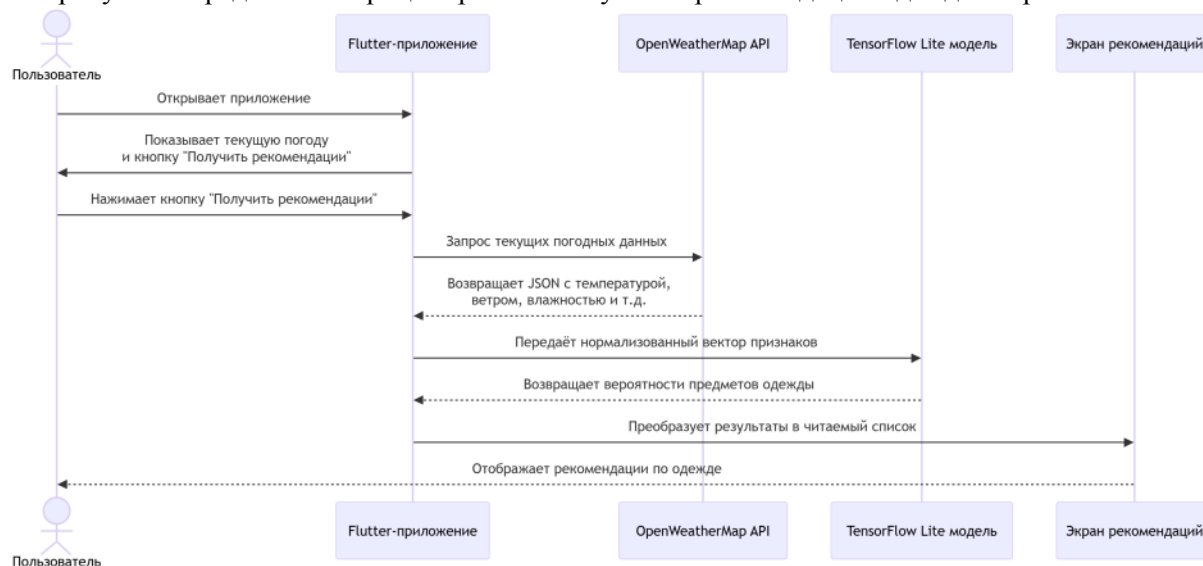


Рис. 5. Процесс работы приложения

Практическая значимость работы заключается в создании прототипа системы, способной адаптировать рекомендации под индивидуальные параметры пользователя и текущие метеоусловия. Разработанное решение может служить основой для коммерческого сервиса, востребованного в регионах с выраженной сезонностью климата.

Перспективы развития проекта связаны с дообучением модели на реальных данных, расширением набора признаков, исследованием современных архитектур для табличных данных и внедрением методов интерпретации предсказаний. Эти направления позволят повысить качество рекомендаций и улучшить общую устойчивость системы.

Библиографический список

1. Интеграция TFLite во Flutter: внедряем модели машинного обучения в мобильное приложение. URL: <https://habr.com/ru/companies/agima/articles/852500/> (14.11.2025).
2. Документация библиотеки tflite_flutter. URL: https://pub.dev/packages/tflite_flutter (14.11.2025).
3. Official Flutter Documentation. URL: <https://docs.flutter.dev/> (14.11.2025).
4. OpenWeatherMap API Documentation. URL: <https://openweathermap.org/api> (14.11.2025).
5. TensorFlow Lite Guide. URL: <https://www.tensorflow.org/lite/guide> (14.11.2025).

ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ МАКСВЕЛЛА

© Калинина М. С., Мотькина Н. Н.
Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
masha.kalinina.2004@bk.ru, motkina@petrsu.ru

В работе исследуется гипотеза о распределении скоростей ветра у поверхности земли по закону Максвелла. Средствами Python был реализован алгоритм статистической проверки. Проанализированы метеорологические данные скоростей ветра. Создана симуляция рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере города Сегежа, основанная на распределении Максвелла.

Ключевые слова: распределение Максвелла, критерий хи-квадрат, метеорологические данные, моделирование загрязнений, Python.

GOODNESS-OF-FIT VERIFICATION OF EMPIRICAL DATA TO THE MAXWELL DISTRIBUTION

© Kalinina M. S., Mot'kina N. N.
Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The paper explores the hypothesis of the wind speed distribution near the earth's surface by Maxwell's law. A statistical verification algorithm was implemented using Python. Meteorological data on wind speeds were analyzed. A simulation of air pollutants dispersion in the atmosphere of the town of Segezha based on Maxwell's distribution was created.

Key words: Maxwell's distribution, chi-square criterion, meteorological data, pollution modeling, Python.

Распределение Максвелла играет значимую роль во многих областях науки и техники. С его помощью описывается распределение скоростей частиц в идеальном газе. Распределение Максвелла для скорости молекул в трёхмерном пространстве задаётся функцией плотности вероятности:

$$f(v) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi k_B T} \right)^{3/2} v^2 \exp \left(-\frac{mv^2}{2k_B T} \right),$$

где m – масса молекулы, k_B – постоянная Больцмана, T – температура газа, v – скорость молекулы.

Данное распределение применяют не только в молекулярной физике, но и в метеорологии и экологическом моделировании. Проверка соответствия эмпирических данных этому распределению представляет значительный практический интерес.

В исследовании проведен анализ метеорологических данных девяти метеостанций [1]. Для каждой станции с помощью критерия хи-квадрат выполнена проверка гипотезы о соответствии распределения скоростей ветра распределению Максвелла. Алгоритм проверки реализован с использованием специализированных библиотек Python: NumPy, SciPy (модуль `scipy.stats`), Matplotlib. Для всех станций полученные показатели *p-value* превышают уровень значимости 0.05, что свидетельствует об отсутствии статистически значимых оснований для отклонения нулевой гипотезы.

Для визуализации распространения загрязняющих веществ в атмосфере был разработан алгоритм на языке Python. Программа позволяет на основе распределения Максвелла моделировать динамику движения частиц загрязняющих веществ; пространственное распределение концентраций. Модель рассеивания составлена по данным о выбросах специфических загрязняющих веществ г. Сегежа [2]. В алгоритме учтены влияние метеорологических условий, турбулентная диффузия, броуновское движение, скорость осаждения частиц. Предлагается несколько способов визуализации: гистограмма распределения скоростей; графики траекторий частиц; анимация распространения частиц (рис. 1); тепловая карта концентраций (рис. 2).

Результаты, полученные в ходе работы, могут быть использованы в метеорологии, экологическом мониторинге и прикладных научных исследованиях.

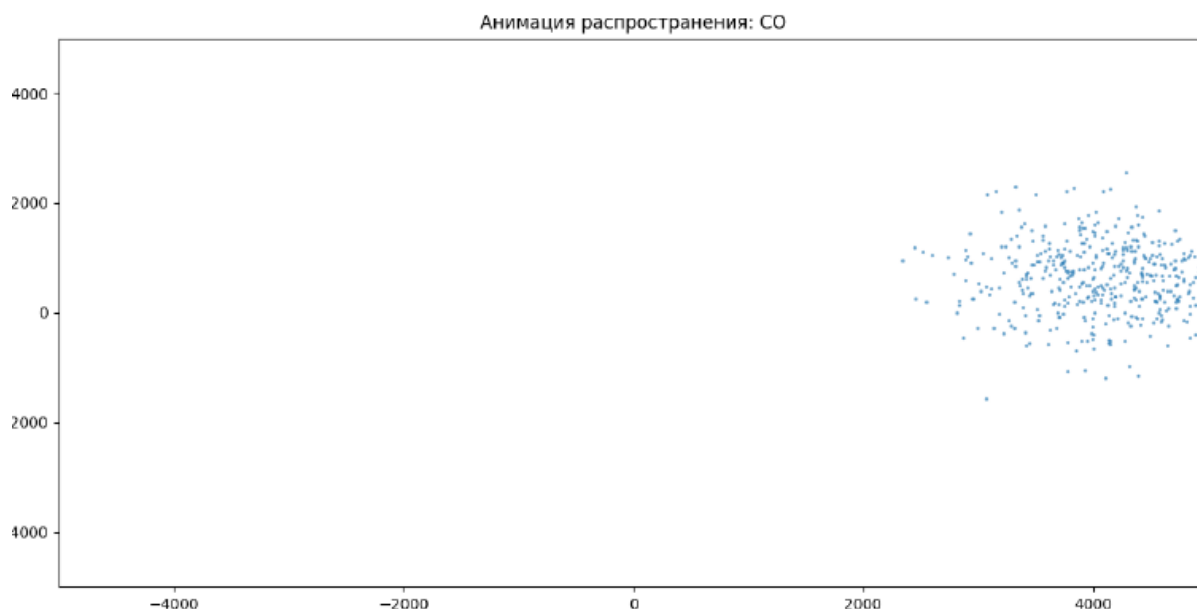


Рис. 1. Анимация распространения загрязняющих частиц

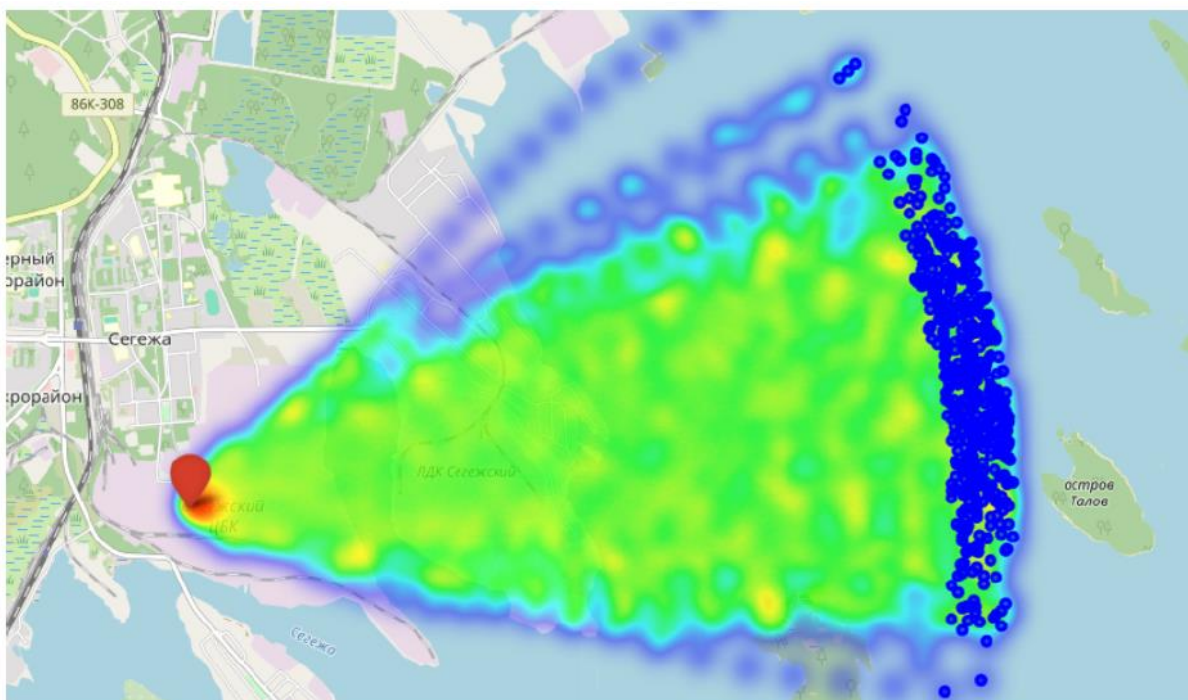


Рис. 2. Тепловая карта распределения концентраций

Библиографический список

1. Климат СССР: справочник. Вып. 13: Волгоградская, Ростовская и Астраханская области, Краснодарский и Ставропольский край. URL: <https://www.vo-da.ru/book/klimat-13> (дата обращения 02.11.2025).
2. О результатах плановой выездной проверки АО Сегежский целлюлозно-бумажный комбинат. [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. 2023. URL: https://rpn.gov.ru/regions/51/news/o_rezultatakh_planovoy_vyezdnoy_proverki_ao_segezhskiy_tsellyulozno_bumazhnyy_kombinat-65458.html (дата обращения 02.11.2025).

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЛЬТРА ЧАСТИЦ В СИСТЕМЕ SLAM

© Кириллов И. С., Рего Г. Э.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

ikirillo@cs.petrSU.ru

В докладе рассматривается применение фильтра частиц в системе SLAM. В данной работе применяется реализация фильтра частиц из библиотеки MRPT. Описан процесс преобразования карты из векторного представления к дискретной карте занятости с использованием алгоритма Брезенхэма

Ключевые слова: фильтр частиц, алгоритм Брезенхэма, карта занятости, SLAM.

FEATURES OF USING A PARTICLE FILTER IN A SLAM SYSTEM

© Kirillov I. S., Rego G. E.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

This paper discusses the application of a particle filter in a SLAM system. This paper utilizes the particle filter implementation from the MRPT library. The process of transforming a map from a vector representation to a discrete occupancy map using the Bresenham algorithm is described.

Key words: particle filter, Bresenham algorithm, occupancy grid map, SLAM.

Задача определения местоположения является важной частью одновременной локализации и построения карты (simultaneous localization and mapping, SLAM). Сформулировать ее можно следующим образом. Имеется объект, который перемещается в пределах некоторой карты. В процессе движения объект передает данные со своих сенсоров. Необходимо в каждый момент времени движения объекта определять его местоположение и строить карту окружающего пространства.

Для решения задачи определения местоположения было решено применить фильтр частиц. Этот алгоритм обладает линейной сложностью и имеет ряд готовых реализаций. При использовании фильтра частиц для конкретной прикладной задачи можно столкнуться с рядом проблем. Одной из них является преобразование карт окружающего пространства из векторного представления в формат карты занятости [1] MRPT [2]. Векторное представление широко используется для представления геометрии препятствий, однако алгоритмы SLAM чаще работают именно с дискретными картами занятости. Использование дискретной карты занятости позволяет эффективно интегрировать разнообразные источники данных в единую систему. Решения, основанные на таких преобразованиях, способствуют повышению надежности и скорости работы алгоритмов SLAM. Кроме того, автоматизация этого процесса облегчает масштабирование и обновление карт в реальных условиях, что критично для динамических сред.

Входная карта задаётся в векторном виде: объекты описываются как многоугольники в единой системе координат и хранятся в одном из векторных форматов представления данных. Такое представление удобно для геоинформационных систем, но не подходит напрямую для SLAM ввиду дискретности данных, получаемых от сенсоров. В таких случаях входная карта преобразуется в растровую карту занятости – регулярную прямоугольную сетку, где каждой ячейке сопоставляется вещественное значение в диапазоне $[0,1]$, интерпретируемое как вероятность занятости данной области препятствием. Для того чтобы привести входную карту к нужному формату можно применить алгоритм Брезенхэма [3]. Алгоритм Брезенхэма реализует идею постепенного определения ячеек сетки, которые пересекает прямая линия между двумя точками, используя только целочисленные операции для повышения эффективности. Он шаг за шагом вычисляет координаты ячейки наиболее близкие к линии, которая задается вектором из входной карты и помещает в полученные ячейки значение вероятности равное единице. Это позволяет точно и быстро отрисовать контуры многоугольников на дискретной сетке. Пример входной и преобразованной карты приведен на рисунке 1. На нём под буквой (б) чёрным цветом обозначены клетки, в которых находятся границы препятствий, значение вероятности в них равно единице. В остальных ячейках значение вероятности равно нулю, они закрашены серым.

Следует отметить, что рассматриваемое преобразование геометрической карты в дискретное клеточное представление с использованием алгоритма Брезенхэма применимо в любой предметной области, в которой входные данные заданы в виде векторных линий (дороги, коридоры, трубопроводы, линии электропередач) и требуется их перевод в прямоугольную сетку для дальнейшего моделирования. Использование алгоритма Брезенхэма гарантирует согласованное, детерминированное и вычислительно дешёвое отображение отрезков в набор ячеек сетки с сохранением топологии связности, что критично для корректного построения графов движения, например, в задачах моделирования пешеходных потоков, «цифровых двойников» инфраструктуры и систем поддержки диспетчерских решений.

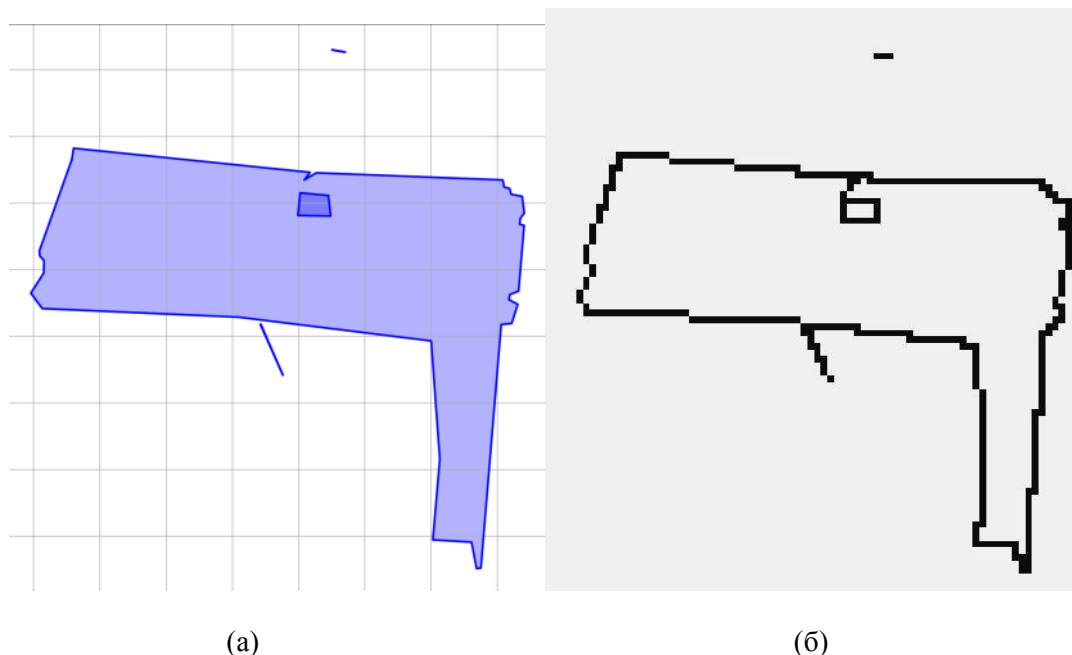


Рис. 1. Входная карта (а), карта занятости (б)

Библиографический список

1. Thrun S. Learning Occupancy Grids With Forward Sensor Models. Carnegie Mellon University, School of Computer Science. 2001.
2. Mobile Robot Programming Toolkit [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/MRPT/mrpt> (дата обращения 10.11.2025).
3. Bresenham J. E. Algorithm for computer control of a digital plotter. IBM Systems Journal. 1965. No. 4 (1). P. 25–30. DOI: 10.1147/sj.41.0025

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

© Клименко В. В.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
vlad991199@yandex.ru

В докладе представлено программное обеспечение, предназначенное для оптимизации раскроя продукции и планирования загрузки оборудования в целлюлозно-бумажной промышленности. Система поддерживает работу с распространёнными форматами данных, включает два режима оптимизационного поиска и предоставляет удобный графический интерфейс для технологов и инженеров. Решение позволяет автоматизировать подготовку производственных планов, сократить число переналадок ножей, уменьшить производственные потери и повысить эффективность использования бумагоделательных машин и продольно-резательных станков. Программный комплекс может применяться как в реальных производственных условиях, так и в исследовательских целях.

Ключевые слова: оптимизация производства, раскрой рулонов, продольно-резательный станок, бумагоделательная машина, генетический алгоритм, программное обеспечение, планирование производства.

SOFTWARE FOR OPTIMIZING THE PRODUCTION PROCESS IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY

© Klimenko V. V.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The paper presents software designed to optimize roll cutting and equipment load planning in the pulp and paper industry. The system supports common data formats, includes two optimization modes, and provides a user-friendly graphical interface for technologists and engineers. The solution automates production planning, reduces the number of knife adjustments, decreases material losses, and improves the efficiency of paper machines and slitter rewinders. The software can be applied both in real industrial environments and for research purposes.

Key words: production optimization, roll cutting, slitter rewinder, paper machine, genetic algorithm, software, production planning.

Введение

Производственные процессы целлюлозно-бумажной промышленности характеризуются высокой ресурсоёмкостью и требуют точного планирования всех этапов изготовления продукции. Одной из ключевых задач является оптимизация раскроя рулонов на продольно-резательных станках (ПРС), а также распределение заказов между бумагоделательными машинами (БДМ) с учётом их технологических ограничений. Ошибки в планировании раскроя приводят к увеличению производственных потерь, повышенным затратам сырья и снижению эффективности работы оборудования.

Для решения этой проблемы было разработано программное обеспечение, объединяющее средства автоматизированной обработки входных данных, выбор режима оптимизационного поиска, построение производственного плана и предоставление удобного графического интерфейса.

Форматы и структура входных данных

Программа поддерживает форматы входных данных CSV и XLSX. Входной файл представляет собой таблицу, в которой каждая строка соответствует производственному заказу. В состав данных могут входить ширина продукции, количество рулонов, марка бумаги, сроки выполнения, ограничения ПРС и БДМ, а также дополнительные параметры. При чтении выполняется проверка корректности значений и структуры.

Выходные данные

Результат формируется в формате XLSX или CSV. Выходной файл содержит распределение заказов по машинам, раскройные комбинации, количество ножей, потери ширины и вспомогательные данные. Формируются статистические показатели, включая число переналадок и общий уровень эффективности решения.

Режимы работы

ПО поддерживает два режима: генетический поиск и полный перебор. Генетический алгоритм используется для крупных задач и обеспечивает нахождение сбалансированных решений. Полный перебор позволяет получать оптимальные решения на небольших задачах и применим для тестирования.

Графический интерфейс

Интерфейс реализован с использованием Python пакета Tkinter. Он включает выбор входных и выходных файлов, переключение режима оптимизации, указание размера популяции и отображение статуса выполнения. Алгоритм запускается в отдельном потоке, что обеспечивает отзывчивость интерфейса. Пользователь получает уведомления об успешном завершении или ошибках.

Технологии и архитектура

ПО использует Python и модульную архитектуру. Модули включают обработку данных, алгоритмы поиска, общий механизм запуска и графический интерфейс. Такая структура позволяет расширять функциональность.

Практическая значимость

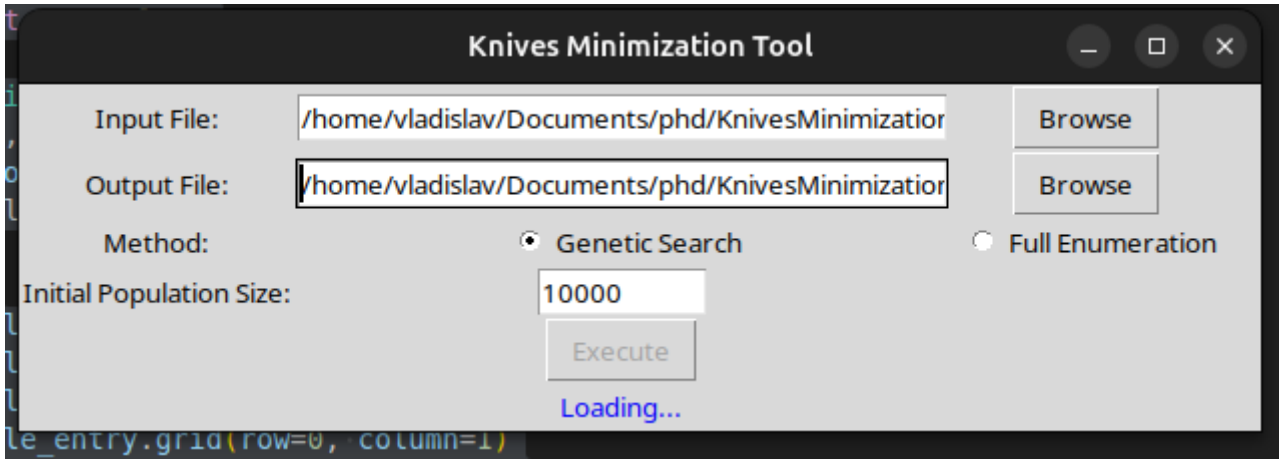
Программа может применяться технологами ПРС, инженерами-планировщиками и исследовательскими группами. Она сокращает количество ручных операций, снижает риск ошибок и повышает стабильность производственного планирования.

Заключение

Разработанное ПО является удобным инструментом для оптимизации раскроя и планирования производства. Оно сочетает поддержку стандартных форматов данных, простой интерфейс и гибкость алгоритмических режимов. В перспективе возможна веб-версия, расширение модели и интеграция с корпоративными системами автоматизации.

Приложения

А) Интерфейс программы



Б) Пример входного файла

type	key	value
sm_width	L1	60
sm_knives	L1	3
sm_production_speed	L1	01:30:00
sm_knife_change_speed	L1	00:48:00
sm_width	L2	40
sm_knives	L2	2
sm_production_speed	L2	01:12:00
sm_knife_change_speed	L2	00:36:00
sm_width	L3	20
sm_knives	L3	3
sm_production_speed	L3	01:12:00
sm_knife_change_speed	L3	00:36:00
sm_type	L3	small
pm_width	P1	40
pm_production_speed	P1	00:06:00
pm_density_change_speed_per_gram	P1	00:01:00
pm_width	P2	60
pm_production_speed	P2	00:06:00
pm_density_change_speed_per_gram	P2	00:02:00
order_width	O1	5
order_quantity	O1	2
order_deadline	O1	2024-12-14T19:00
order_type	O1	small
order_width	O2	20
order_quantity	O2	3
order_deadline	O2	2024-12-14T19:00
order_width	O3	30
order_quantity	O3	1
order_deadline	O3	2024-12-14T19:00
order_width	O4	40
order_quantity	O4	2
order_deadline	O4	2024-12-14T19:00
order_width	O5	50
order_quantity	O5	1
order_deadline	O5	2024-12-14T19:00
order_brand	O1	C0000001
order_brand	O2	B0000002
order_brand	O3	C0000001
order_brand	O4	C0000001
order_brand	O5	B0000002
order_density	O1	100
order_density	O2	125
order_layers	O1	2
order_layers	O2	2
order_density	O3	100

В) Пример выходного решения

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Type	Start Time	End Time	Machine	Processed	Plan	Master Roll	Storage
2	Making	2024-12-11 08:00:00	2024-12-11 08:06:00	P1	1	3	MasterRoll(width=40.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)	S1: S2:
3	Making	2024-12-11 08:00:00	2024-12-11 08:06:00	P2	1	5	MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)	S1: S2:
4	Making	2024-12-11 08:06:00	2024-12-11 08:12:00	P2	2	5	MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)	S1: S2: MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)
5	Making	2024-12-11 08:06:00	2024-12-11 09:12:00	P1	2	3	MasterRoll(width=40.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002)	S1: MasterRoll(width=40.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001), S2: MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)
6	Slitting	2024-12-11 08:06:00	2024-12-11 09:54:00	L2	1	2	MasterRoll(width=40.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)	S1: MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)
7	Slitting	2024-12-11 08:06:00	2024-12-11 10:24:00	L1	1	4	MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002)	S1: S2:
8	Making	2024-12-11 08:12:00	2024-12-11 10:08:00	P2	3	5	MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002)	S1: S2: MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)
9	Making	2024-12-11 09:12:00	2024-12-11 09:18:00	P1	3	3	MasterRoll(width=40.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002)	S1: MasterRoll(width=40.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002), S2: MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)
10	Slitting	2024-12-11 09:54:00	2024-12-11 12:54:00	L2	2	2	MasterRoll(width=40.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002)	S1: S2: MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)
11	Making	2024-12-11 10:08:00	2024-12-11 10:14:00	P2	4	5	MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002)	S1: S2: MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001), MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002)
12	Making	2024-12-11 10:14:00	2024-12-11 10:20:00	P2	5	5	MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002)	S1: S2: MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001), MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002), MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002)
13	Slitting	2024-12-11 10:24:00	2024-12-11 15:00:00	L1	2	4	MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002)	S1: S2: MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002)
14	Slitting	2024-12-11 15:00:00	2024-12-11 18:06:00	L1	3	4	MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)	S1: S2: MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=125.0, brand=B0000002)
15	Slitting	2024-12-11 18:06:00	2024-12-11 19:36:00	L1	4	4	MasterRoll(width=60.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)	S1: SlittedMasterRoll(width=20.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001), S2:
16	Slitting	2024-12-11 19:36:00	2024-12-11 23:12:00	L3	1	1	SlittedMasterRoll(width=20.0, edge=1, density=100.0, brand=C0000001)	S1: S2:
17	Total	2024-12-11 08:00:00	2024-12-11 23:12:00		5			8
18								
19								
20								
21								
22								
23								

Библиографический список

- Бобров В. И. Исследование параметров ротационной высечки самоклеящихся этикеток // Вестник (статья). 2016.
- Воронов Р. В., Шабаетов А. И., Клименко В. В. Генетический алгоритм для задачи линейного раскроя с допусками на объемы выпуска продукции // Программная инженерия. 2024. Т. 15. № 1. С. 35–43.
- Клименко В. В., Щеголева Л. В. Методы решения задачи линейного раскроя с минимизацией числа отходов и перестановок ножей // Инженерный вестник Дона. 2025. № 3.
- Курейчик В. М. Генетические алгоритмы // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 1998. Т. 8. № 2. С. 4–7.
- Klimenko V., Shchegoleva L. Methods for Solving the Linear Cutting-stock Problem on Several Slitting Machines with Minimizing the Number of Waste and Knife Rearrangements // 2025 37th Conference of Open Innovations Association (FRUCT). IEEE, 2025. P. 110–115.

ВОЗМОЖНОСТИ РЕЗЕРВУАРНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ LOGNNET
ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАПИСЕЙ ОДНОКАНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ

© Ковин А. М., Корзун Д. Ж.
Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
akovin@list.ru

В докладе представлено исследование возможностей резервуарной нейронной сети LogNNet для диагностики одноканальных электрокардиограмм (ЭКГ) на малоресурсных вычислительных платформах интернета вещей. Актуальность задачи обусловлена необходимостью раннего выявления сердечно-сосудистых заболеваний в условиях ограниченных вычислительных ресурсов, при которых использование традиционных моделей искусственного интеллекта затруднено или невозможно. Архитектура сети LogNNet основана на известной технологии резервуарных вычислений, что позволяет достичь экономии оперативной памяти при сохранении достаточной точности классификации. Возможности сети LogNNet исследуются на примере задачи классификации записей одноканальных ЭКГ

из набора данных «PhysioNet/CinC Challenge 2017». В ходе исследования решаются следующие задачи: оценка точности классификации, оценка экономии оперативной памяти, подбор «оптимальной» размерности вектора признаков. Результаты исследования позволят оценить целесообразность и перспективность использования сети LogNNet для диагностики на устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами.

Ключевые слова: резервуарные вычисления, LogNNet, машинное обучение, PhysioNet/CinC Challenge, классификация одноканальных электрокардиограмм; малоресурсные платформы, периферийные вычисления, интернет вещей, встраиваемые системы.

LOGNNET RESERVOIR NEURAL NETWORK CAPABILITIES FOR SINGLE-CHANNEL ELECTROCARDIOGRAM RECORD DIAGNOSIS

© Kovin A. M., Korzun D. G.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The report presents a study of the capabilities of the LogNNet reservoir neural network for diagnosing single-channel electrocardiograms (ECG) on low-resource Internet of Things (IoT) computing platforms. The relevance of the task is due to the need for early detection of cardiovascular diseases under conditions of limited computational resources, where the use of traditional artificial intelligence models is difficult or impossible. The LogNNet architecture is based on the well-known reservoir computing technology, which allows for saving RAM while maintaining sufficient classification accuracy. The capabilities of the LogNNet network are investigated using the example of classifying single-channel ECG records from the «PhysioNet/CinC Challenge 2017» dataset. The study addresses the following tasks: assessing classification accuracy, evaluating RAM savings, and selecting the «optimal» feature vector dimension. The results of the study will help assess the feasibility and prospects of using the LogNNet network for diagnostics on devices with limited computational resources.

Key words: reservoir computing, LogNNet, machine learning, PhysioNet/CinC Challenge, single-channel electrocardiogram classification, low-resource platforms, edge computing, Internet of Things (IoT), embedded systems.

Цифровая диагностика одноканальных электрокардиограмм становится актуальной задачей для современной медицины и здравоохранения. Это обусловлено развитием портативных и носимых устройств, а также необходимостью ранней диагностики сердечно-сосудистых заболеваний в условиях ограниченных вычислительных ресурсов, характерных для интернета вещей [1; 2]. В этих условиях применение традиционных нейронных сетей оказывается ограниченным из-за большого потребления вычислительных ресурсов. Таким образом, возрастает потребность в эффективных и компактных моделях искусственного интеллекта. Нейронная сеть LogNNet, основанная на технологии резервуарных вычислений, является перспективным решением для малоресурсных платформ [3; 4].

Резервуарная нейронная сеть LogNNet демонстрирует высокую точность и значительную экономию оперативной памяти [3; 4]. Например, на микроконтроллере Arduino Uno с 2 КБ ОЗУ удается реализовать распознавание рукописных цифр MNIST с точностью 82% при конфигурации LogNNet 784:20:10 [4]. Для сравнения, стандартная реализация резервуара такого размера требует минимум 16 КБ памяти.

Архитектура нейронной сети LogNNet основана на технологии резервуарных вычислений. Это означает, что входной вектор признаков подаётся на необучаемую систему – резервуар, а обучение выполняется только на нескольких последних слоях. Таким образом достигается экономия вычислительных ресурсов, необходимых для обучения нейронной сети. Кроме того, достигается значительная экономия оперативной памяти как за счёт сжатия входного вектора признаков, так и за счёт использования свойства автогенерации весов резервуара. Веса резервуара вычисляются «на лету» с помощью линейного конгруэнтного генератора, что позволяет хранить в оперативной памяти всего 4 гиперпараметра вместо всей матрицы весов.

В данном исследовании рассматривается применение сети LogNNet для диагностики записей одноканальных ЭКГ на основе набора данных «PhysioNet/CinC Challenge 2017». Этот набор данных использовался при проведении соревнования по классификации одноканальных ЭКГ. Открыто опубли-

кованная часть набора данных состоит из 8528 записей одноканальных ЭКГ. Каждая запись имеет метку одного из классов:

- нормальный синусовый ритм (N);
- фибрилляция предсердий (A);
- другие патологии (O);
- зашумленная запись (~).

Частота дискретизации составляет 300 измерений в секунду. Записи были собраны с использованием аппарата ЭКГ «AliveCor» на реальных пациентах.

В предлагаемом исследовании возможностей сети LogNNet на устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами требуется оценить экономию оперативной памяти, а также точность решения задачи классификации. Решаются следующие задачи.

1. Проведение эксперимента по классификации записей одноканальных ЭКГ. Получена точность классификации (ассигасу) для LogNNet. Выполнено сравнение точности классификации LogNNet с другими исследованиями.

2. Оценка экономии оперативной памяти за счет сжатия входного вектора признаков.

3. Оценка экономии оперативной памяти за счет использования свойства автогенерации весов резервуара.

4. Подбор «оптимальной» размерности вектора признаков, при которой достигается максимальная экономия оперативной памяти за счет сжатия входного вектора, при сохранении высокой точности классификации (ассигасу).

Результаты исследования определяют методику оценки целесообразности применения сети LogNNet для решения аналогичных задач на малоресурсных платформах. В частности, для задач анализа данных на умных приборах интернета медицинских вещей.

Поддержка исследований: Результаты исследования используются в ПетрГУ для модернизации образовательных программ топ-уровня в сфере информационных технологий.

Поддержка исследований. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-11-00055 (<https://rscf.ru/project/22-11-00055/>).

Библиографический список

1. Alimbayeva Z. et al. Wearable Ecg Device and Machine Learning for Heart Monitoring. 2024.
2. Bouzid Z. et al. Remote and Wearable ECG Devices with Diagnostic Abilities 1 in Adults: A State-of-the-Science Scoping Review 2. 2022.
3. Velichko A. Neural Network for Low-Memory IoT Devices and MNIST Image Recognition Using Kernels Based on Logistic Map // ArXiv. 2020. Vol. abs/2006.02824.
4. Izotov Y. et al. Recognition of handwritten MNIST digits on low-memory 2 Kb RAM Arduino board using LogNNet reservoir neural network // IOP Conf Ser Mater Sci Eng. 2021. Vol. 1155.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

© Коппалина А. И., Кулаков К. А.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

annakoppalina453@gmail.com, kulakov@cs.petrSU.ru

В работе рассматривается использование технологий машинного зрения и нейронных сетей для автоматической оценки состояния дорожного покрытия. Разрабатываемая система способна анализировать видеоматериалы, выявлять дефекты и формировать отчеты. Подход обеспечивает повышение скорости и точности диагностики, а также способствует оптимизации планирования ремонтных мероприятий.

Ключевые слова: машинное зрение, нейронные сети, дорожное покрытие, диагностика, анализ дефектов.

APPLICATION OF MACHINE VISION FOR ROAD SURFACE QUALITY ASSESSMENT

© Koppalina A. I., Kulakov K. A.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The paper discusses the use of machine vision and neural network technologies for automated assessment of road surface quality. The developed system analyzes video materials, detects defects, and generates reports. The approach improves diagnostic speed and accuracy and contributes to the optimization of repair planning.

Key words: machine vision, neural networks, road surface, diagnostics, defect analysis.

Определение состояния дорожного покрытия традиционно осуществляется специалистами ручным способом [1; 2]. Это приводит к низкой скорости работ и высоким затратам. Другие способы (например, аэрофотосъемка) используются редко из-за дороговизны и требуют участия человека для определения результата. Для ускорения работ по выявлению дефектов предлагается использовать методы машинного зрения в сочетании с искусственным интеллектом. Однако существующие нейронные сети недостаточно адаптированы к специфическим условиям российских дорог и требованиям отечественной нормативной базы, что ограничивает их полезность.

Предлагаемое решение состоит в создании системы на основе нейронных сетей, которая способна автоматически анализировать состояние дорожного покрытия на основе видеоматериалов и вырабатывать обоснованные заключения о потребности в ремонте.

В рамках создания системы определяется перечень типов дефектов дорожного покрытия и подходы к их визуальному выявлению, разрабатывается структура и алгоритмы обучения нейронной сети, проводится обучение на представительных наборах данных с оценкой уровня точности прогнозирования. В результате система на основе загружаемых видеоматериалов и видеопотоков определяет наличие и степень дефектов дорожных покрытий и подготавливает отчет с оценкой состояния дорожного покрытия. В рамках работ планируется осуществить пробное внедрение системы на реальных объектах дорожной сети.

Разрабатывается нейронная сеть способная эффективно обрабатывать видеофайлы и оценивать состояние дорожного покрытия. Среди главных преимуществ решения выделяются высокая скорость обработки данных, масштабируемость технологии, исключение человеческого фактора при диагностике и экономическая выгода благодаря оптимальному распределению бюджетных средств на ремонтные мероприятия.

Библиографический список

1. Бургунутдинов А. М. и др. Анализ дистанционных и визуальных методов оценки состояния дорожного покрытия // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2015. № 2. С. 74–84.
2. Бабкин С. В. и др. Перспективы развития существующих анализаторов качества дорожного покрытия // Информатика: проблемы, методология, технологии: материалы. 2015. Т. 15. С. 34–36.

ПРОЕКТ ПОДСИСТЕМЫ «СЕРВИС РЕГИСТРАЦИИ ЗАЯВОК СТУДЕНТОВ НА ИЗУЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИН ПО ВЫБОРУ»

© Крюков И. Д., Изосимов В. И., Богоявленский Ю. А.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
ilya74008@gmail.com

Представлен первый этап разработки студентами подсистемы автоматизированной регистрации на дисциплины по выбору в Институте математики и информационных технологий Петрозаводского государственного университета. Текущий ручной процесс записи на дисциплины неэффективен и подвержен ошибкам. Реализованы подсистемы отчетности, администрирования пользователей, запи-

си на дисциплины по выбору, управления дисциплинами и управления связями «студент-дисциплина». Представлены основные решения и ссылки на работы участников.

Ключевые слова: дисциплины по выбору, удаленная регистрация заявок, система «Курс».

SUBSYSTEM PROJECT «STUDENT APPLICATION REGISTRATION SERVICE FOR THE STUDY OF ELECTIVE SUBJECTS»

© Kryukov I. D., Izosimov V. I., Bogoiavlenskii Iu. A.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The first stage of students' development of the subsystem of automated registration for elective subjects at the Institute of Mathematics and Information Technologies of Petrozavodsk State University is presented. The current manual enrollment process for disciplines is inefficient and error-prone. Subsystems for reporting, user administration, recording for elective disciplines, discipline management, and student-discipline communication management are implemented. The main solutions and links to the participants' work are presented.

Key words: elective courses, remote application registration, «Курс» system.

Современный учебный процесс требует внедрения эффективных и надежных информационных систем, способных автоматизировать административные процедуры. Одной из таких процедур является регистрация студентов для изучения дисциплин по выбору. В настоящее время в Институте математики и информационных технологий (ИМИТ) Петрозаводского государственного университета данный процесс осуществляется вручную – сотрудники дирекции формируют бумажные перечни дисциплин на основе учебных планов.

Для фиксации своего выбора студент должен явиться в дирекцию и заполнить бумажную форму. Затем сотрудники дирекции обрабатывают эти формы и передают данные заведующим кафедрами для информирования преподавателей дисциплин по выбору. Весь этот процесс характеризуется значительными временными затратами, высокой вероятностью ошибок и затрудняет формирование учебной нагрузки кафедр и преподавателей.

Цель проекта – автоматизация процесса записи студентов на дисциплины по выбору с помощью веб системы, допускающей удаленную регистрацию. Было принято решение реализовать проект как дополнительный сервис, существующей в институте системы «Курс» [1; 2], разработанной для автоматизации учета курсовых и выпускных квалификационных работ, в которой уже существует механизм аутентификации студентов, реализованный на основе сервера учетных записей LDAP Информационно-вычислительной инфраструктуры ИМИТ (ИВИ) [3].

В 2024/25 учебном году в рамках программного проекта [4] по дисциплине «Технология производства программного обеспечения» был успешно разработан и апробирован прототип сервиса регистрации заявок, включающий две ключевые подсистемы: «Управление дисциплинами» и «Запись на дисциплины по выбору». Прототип реализован на технологическом стеке Python, Flask, HTML/CSS и MariaDB. Команда проекта состояла из И. Д. Волкова, В. И. Изосимова (руководитель), И. Д. Крюкова и Д. А. Отчиева [5–8].

Разработка проводилась на основании разработанной модели предметной области, представленной на рисунке 1 и архитектуре высокого уровня, представленной на рисунке 2. Были разработаны следующие подсистемы.

1. Подсистема отчетности формирует отчеты о выбранных студентами дисциплинах. Благодаря этим отчетам можно понять какие дисциплины можно удалить, а какие оставить.
2. Подсистема панель администратора предназначена для управления ролями пользователей системы. Данный функционал доступен только пользователям с ролью «Администратор» и позволяет: просматривать список всех пользователей системы ИВИ и необходимым образом изменять их роли.
3. Подсистема записи на дисциплины по выбору позволяет студентам записываться на выбранные дисциплины. Для формирования списка дисциплин конкретного студента, система получает данные об авторизованном студенте на основе его id. Выполняется запрос в базу данных пользователей с этим id в качестве параметра, чтобы получить информацию о ФИО, номере

группы и направлении обучение. В течении сессии одного студента данные о нем сохраняются между запросами. Это хранение реализованы на основе файлов cookie, но главное отличие в том, что они хранятся на сервере, а не на устройстве пользователя.

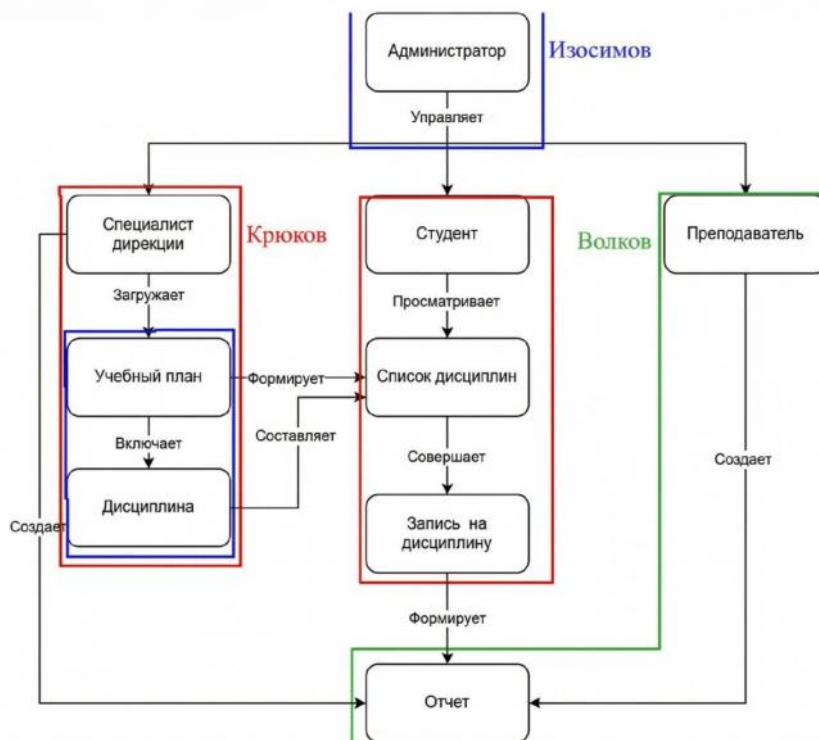


Рис. 1. Модель предметная область

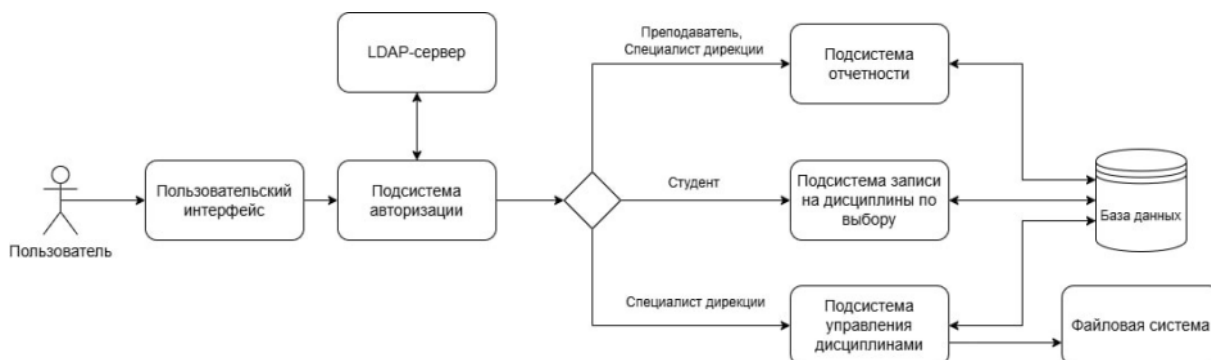


Рис. 2. Архитектура высокого уровня

Разработаны следующие подсистемы.

1. Подсистема управления дисциплинами позволяет формировать список и управлять им. После прохождения авторизации специалисту дирекции предоставляется доступ к панели управления, содержащей ссылки на страницы: «Управление дисциплинами», «Формирование отчёта» и «Управление студентами и дисциплинами». При переходе на страницу «Управление дисциплинами» для пользователя отображается интерфейс для работы с дисциплинами: выводится список загруженных дисциплин, а также представлены элементы управления – кнопки для выбора и загрузки учебного плана, переключатель открытия / закрытия периода записи на дисциплины по выбору и фильтр по направлениям обучения.
2. Подсистема «Управление студентами и дисциплинами» предназначена для специалистов дирекции и обеспечивает управление связями между студентами и дисциплинами по выбору. Она позволяет:
 - просматривать список всех студентов;
 - просматривать список всех дисциплин;
 - назначать студентов на дисциплины;

- удалять студентов с дисциплин;
- просматривать текущие назначения студентов.

Был разработан интерфейс системы, ориентированный на интуитивное и адаптивное взаимодействие, легко интегрируемый в существующую систему, с упором на отзывчивость, удобство, единый визуальный стиль и поддержку разных устройств.

Клиент использует HTML5 для семантической структуры (формы выбора дисциплин, списки, панели, модальные окна), CSS3 с Flexbox и Grid для адаптивной верстки и единого стиля с централизованным управлением цветами, шрифтами и отступами, а также JavaScript для динамического обновления без перезагрузки, подсказок, валидации данных и управления модальными окнами и анимацией, с возможностью перехода в будущем на Vue.js или React при усложнении логики.

На сервере применяется Python с каркасом Flask для реализации API, маршрутизации, аутентификации и интеграции с шаблонизатором Jinja2, который обеспечивает гибкую генерацию динамического HTML и адаптацию интерфейса под различные сценарии работы (просмотр дисциплин, выбор курсов, формирование отчетов). Подробное описание разработанного интерфейса представлено в работе [8].

В работе [6] представлены основные разработанные алгоритмы, а работы [5; 7] содержат описание разработанных реляционных таблиц для СУБД MariaDB. Мы не приводим здесь эти материалы из-за их большого объема.

Метрики кода

Язык	Количество файлов	Количество строк кода	Количество строк комментариев	Количество пустых строк	Всего строк
HTML	11	686	6	75	767
Python	8	1333	27	148	1518
CSS	3	521	3	114	638
JavaScript	1	63	0	6	69
Итого	21	2603	36	343	2992

Целью работы в 2025/26 учебном году является полномасштабная интеграция проекта в существующую систему «Курс». Основное внимание будет уделено совершенствованию модуля работы с учебными планами. Это обеспечит корректную работу системы с реальными учебными планами.

Также требуется интеграция с сервером LDAP ИВИ. Необходимо реализовать полноценное использование LDAP атрибутов для автоматического определения ролей пользователей, их академических групп и направлений подготовки. Особое внимание следует уделить авторизации пользователей.

Для достижения цели, необходимо выполнить следующие задачи:

- доработать подсистему «Управления дисциплинами»: усовершенствовать алгоритм разбора XLS-файлов учебных планов;
- обеспечить единообразие пользовательских интерфейсов интегрируемого сервиса с существующим дизайном системы «Курс»;
- адаптировать механизмы аутентификации и авторизации прототипа для работы в рамках единой системы безопасности «Курс»;
- разработать и реализовать стратегию интеграции Python/Flask приложения в систему «Курс» (Clojure), обеспечив их корректное взаимодействие.

Библиографический список

1. Андреев А. А., Богоявленский Ю. А., Кулаков К. А. Цифровая среда Института математики и информационных технологий. Архитектура и реализация системы учета курсовых работ «Курс», Цифровые технологии в образовании, науке, обществе: материалы XII всероссийской научно-практической конференции. Петрозаводск, 2018.
2. Регистрация работ, загрузка, поиск, просмотр файлов отчетов и презентаций (Система «Курс») [Электронный ресурс]. URL: <https://kurs.cs.petsru.ru/> (14.11.2025).
3. Информационно вычислительная инфраструктура [Электронный ресурс]. URL: <https://imit.petsru.ru/page/ivi> (14.11.2025).

4. SARS. Подсистема веб сервера ИМИТ «Сервис регистрации заявок студентов на изучение дисциплин по выбору» [Электронный ресурс]. URL: <https://se.cs.petrstu.ru/wiki/SARS> (14.11.2025).
5. Волков И. Д. Отчет о практике по научно-исследовательской работе. Сервис регистрации заявок студентов на изучение дисциплин по выбору. База данных дисциплин [Электронный ресурс]. URL: <https://kappa.cs.petrstu.ru/p//2024/3/22306/ivolkov/final/report/report.pdf?v=9783905> (14.11.2025).
6. Изосимов В. И. Отчет о практике по научно-исследовательской работе. Сервис регистрации заявок студентов на изучение дисциплин по выбору. Общее руководство [Электронный ресурс]. URL: <https://kappa.cs.petrstu.ru/p//2024/3/22306/izosimov/final/report/report.pdf?v=7790364> (14.11.2025).
7. Крюков И. Д. Отчет о практике по научно-исследовательской работе. Сервис регистрации заявок студентов на изучение дисциплин по выбору. Регистрация заявок [Электронный ресурс]. URL: <https://kappa.cs.petrstu.ru/p//2024/3/22305/kryukov/final/report/report.pdf?v=731441> (14.11.2025).
8. Отчиев Д. Е. Отчет о практике по научно-исследовательской работе. Сервис регистрации заявок студентов на изучение дисциплин по выбору. Интерфейс пользователя [Электронный ресурс]. URL: <https://kappa.cs.petrstu.ru/p//2024/3/22306/otchiev/final/report/report.pdf?v=6402030> (14.11.2025).

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГРАФОВЫМИ СТРУКТУРАМИ В ЗАДАЧАХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

© Кузьмин Р. С., Рего Г. Э.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

kuzmin.reyno@mail.ru, regoGr@yandex.ru

Рассмотрена проблема пространственного планирования лесозаготовок. Выявлены ограничения существующих подходов, связанные с представлением лесной территории в виде прямоугольной сетки. Предложено графовое представление лесных массивов на основе естественной структуры выделов и кварталов, которое позволяет сократить количество вычислений при использовании метода обучения с подкреплением.

Ключевые слова: пространственное планирование, лесозаготовки, оптимизация, лесные кварталы, лесосека, нормативы лесопользования.

MODELING AND OPTIMIZATION OF FOREST MANAGEMENT WITH SPATIAL CONSTRAINTS

© Kuzmin R. S., Rego G. E.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The problem of spatial planning for timber harvesting is considered. The limitations of existing approaches related to representing the forest area as a rectangular grid are identified. A graph-based representation of forest stands based on the natural structure of forest compartments and management units is proposed, which allows for reducing the number of computations when using reinforcement learning methods.

Key words: spatial planning, logging, optimization, forest areas, logging areas, forest management standards.

Пространственное планирование лесозаготовок стало критически важным компонентом устойчивого управления лесами [1]. Традиционные подходы к планированию лесосек сталкиваются с множеством фундаментальных ограничений при учете сложных пространственных взаимодействий между участками леса. Особое место занимает экспоненциальный рост количества допустимых комбинаций лесосек с увеличением площади арендуемых территорий [2].

В предыдущих исследованиях [3] задача пространственного планирования лесозаготовок решалась методами машинного обучения с подкреплением. При этом среда для агента обучения с подкреплением представлялась в виде сеточного дискретного разбиения лесной территории. Пример на рисунке 1. Такой подход упрощает формализацию задачи и представляет процесс выбора лесосек в виде пошаговой игры: агент последовательно «перемещается» по карте, активируя ячейки, которые соответствуют лесосекам, формируя таким образом допустимый план рубки. Каждое действие агента – активация или деактивация ячейки – изменяет состояние системы и приносит вознаграждение, зависящее от выполнения плановых показателей и соблюдения ограничений.

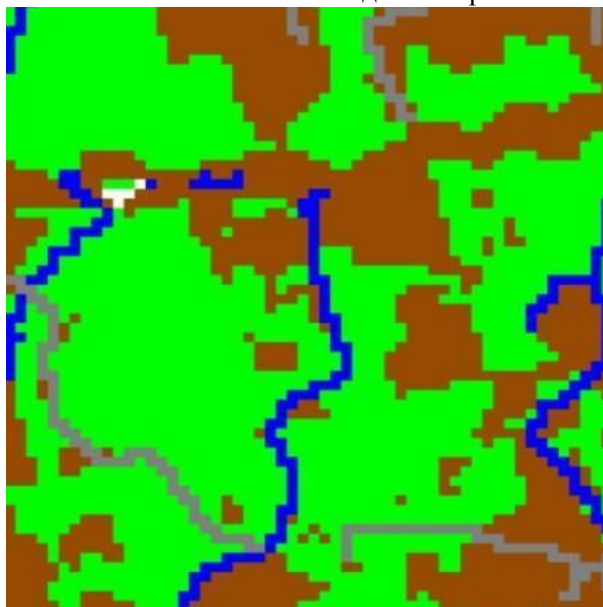


Рис. 1. Карта лесной территории в сеточном представлении

Однако у такого подхода выявились существенные недостатки. Во-первых, сеточная карта даже для средней лесной территории приводит к колоссальному количеству возможных состояний системы, что значительно замедляет обучение агента. Для сетки размером $n \times n$, где каждая ячейка может находиться в одном из s состояний (например: «не выбрана», «выбрана для рубки в 1-й год», «выбрана для рубки во 2-й год» и т.д.), пространство состояний растет как $O(s^{n^2})$. Во-вторых, последовательное перемещение агента по сетке искусственно ограничивает пространство поиска решений, не позволяя эффективно рассматривать крупные связные кластеры как единые объекты планирования. В-третьих, дискретная сетка плохо соответствует реальной геометрии лесных выделов, что приводит к необходимости введения дополнительных преобразований и упрощений, искажающих исходные данные.

В качестве альтернативного подхода предлагается переход к графовому представлению лесной территории, основанному на естественной структуре лесных выделов и кварталов. Такой подход позволяет работать с реальными пространственными объектами, избегая искусственного дискретного разбиения. Лесная территория может быть представлена как взвешенный граф $G = (V, E, W)$, где $V = \{v_1, v_2, \dots, v_p\}$ – множество вершин, где каждая вершина представляет собой один выдел, содержит его геометрический центр и полный набор таксационных характеристик; $E \subseteq V \times V$ – множество рёбер, отражающих смежность выделов; $W: V \rightarrow \mathbb{R}^d$ – функция весов, присваивающая каждому выделу вектор таксационных характеристик размерностью d .

Пример представления выделов одного из кварталов в виде графа представлен на рисунке 2. Каждый многоугольник соответствует лесному выделу со своими таксационными характеристиками. Смежные выдела соединены рёбрами, при этом не ставится задача определения слабой и сильной связности, как в работе [2].

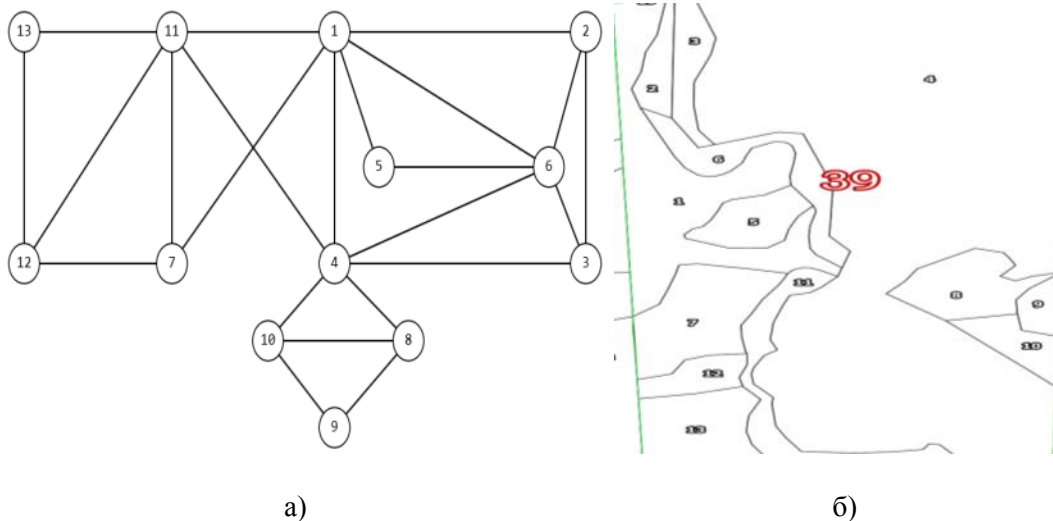


Рис. 2. Представление множество выделов в виде графа:
(а) – графовое представление; (б) – лесоустроительное

Формально, задача выбора лесосек в графовом представлении формулируется как поиск множества непересекающихся связных подграфов $\mathcal{C} = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$, где каждый подграф $C_j \subseteq V$ представляет собой лесосеку – связное множество вершин (выделов), удовлетворяющих нормативным ограничениям. Для каждой лесосеки должны выполняться ограничения, прописанные в нормативных документах, такие как: максимальная площадь, правило количества зарубов, ограничение по ширине, нормативы примыкания, требование связности участка, водоохранные зоны, возрастные ограничения и расположение в пределах одного квартала.

В рамках предлагаемого графового подхода задачу можно формализовать как обобщенную задачу о рюкзаке с дополнительными ограничениями. В отличие от классической постановки, где максимизируется суммарная ценность предметов при ограничении на вместимость рюкзака, здесь мы максимизируем суммарный запас древесины при ограничении на максимальную площадь каждой лесосеки. При этом ключевое отличие заключается в требовании связности выбираемых подмножеств выделов.

Для интеграции с методами машинного обучения с подкреплением необходимо переопределить пространство действий агента: вместо последовательного обхода сетки агент может выбирать целые кластеры из заранее сгенерированного множества допустимых лесосек $\mathcal{A} = \{L_1, L_2, \dots, L_m\}$, где L_i – связные подграфы, удовлетворяющие нормативным ограничениям, либо динамически формировать кластеры на основе текущего состояния графа. Это значительно сокращает пространство поиска с $O(s^{n^2})$ до $O(2^m)$, где $m \ll n^2$, и ускоряет обучение, сохраняя при этом возможность нахождения глобально оптимальных решений.

Библиографический список

1. Baskent E. Z., Borges J. G., Kaşpar J. An Updated Review of Spatial Forest Planning: Approaches, Techniques, Challenges, and Future Directions, in Current Forestry Reports. 2024. Vol. 10. P. 299–321. DOI: 10.1007/s40725-024-00222-8
2. Goycoolea M., Murray A., Vielma J. P., Weintraub A. Evaluating Approaches for Solving the Area Restriction Model in Harvest Scheduling, in Forest Science. 2009. Vol. 55 (2). P. 149–165.
3. Кузьмин Р. С., Алексеев И. В., Туманян М. М., Кемпи Е. А., Семёнов Р. А., Лева Д. С., Рого Г. Э. Разработка системы для оптимизации планирования дислокации мест рубок на примере Республики Карелия // Инженерный вестник Дона. Россия, Ростов-на-Дону, 2025. № 5. С. 1–16. ISSN 2073-8633.

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ ИТ-КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ФИЛОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

© Лебедев А. А., Москин Н. Д., Романовская И. В.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

perevodchik88@yandex.ru, moskin@petsu.ru, romanovskaia@petsu.ru

В работе исследуются вопросы, связанные с модернизацией содержания и методов преподавания ИТ-дисциплин филологических направлений, направленных на формирование у студентов системы универсальных и предметно-ориентированных цифровых компетенций для дальнейшей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: ИТ-компетенции, цифровая гуманитаристика, высшее образование, филология.

ON THE ISSUE OF DEVELOPING IT COMPETENCIES OF STUDENTS OF PHILOLOGICAL SPECIALITIES

© Lebedev A. A., Moskin N. D., Romanovskaia I. V.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The paper examines issues related to the modernization of the content and methods of teaching IT disciplines in philological specialities, aimed at developing students' systems of universal and subject-oriented digital competencies for further professional activity.

Key words: IT competencies, digital humanities, higher education, philology.

В условиях цифровой трансформации гуманитарных наук формирование ИТ-компетенций у студентов филологических специальностей становится одним из важных элементов профессиональной подготовки. Это подтверждается анализом учебных программ и требований профессиональных стандартов. Петрозаводский государственный университет, активно внедряющий современные информационные технологии в образовательный процесс, в том числе и в обучение на гуманитарных специальностях, стремится к формированию подобных компетенций у обучающихся, для чего внедряет комплексный подход к решению подобного рода образовательных задач.

Анализ рабочих программ дисциплин, связанных с ИТ-компетенциями, в ведущих российских вузах показал, что важным аспектом является овладение студентами-филологами базовыми понятиями в области информатики: элементами теории информации, современным аппаратным и программным обеспечением, основами алгоритмизации, принципами построения компьютерных сетей и др. Особое место занимают темы, связанные с информационной безопасностью, поскольку в настоящее время они особенно актуальны. Данные вопросы составляют «ядро» информатики, которое может быть успешно интегрировано в учебный процесс различных гуманитарных направлений, что позволит не просто углубить понимание фундаментальных принципов информатики студентами филологических направлений, но и открыть для них новые возможности в сфере междисциплинарных исследований.

При этом научная литература последних лет демонстрирует тенденцию, связанную с переходом от теоретического изучения программ к их практическому применению для решения конкретных профессиональных задач в сфере филологии. К примеру, в работе М. В. Веклич [1] акцентируется внимание на внедрении «сквозных» цифровых технологий (искусственный интеллект, большие данные, виртуальная и дополненная реальность) в лингводидактику, при этом предлагаются конкретные инструменты и форматы занятий, такие как создание глоссариев в Moodle, веб-квестов или ведение литературных проектов в социальных сетях. В работе А. П. Кононенко и Л. А. Недосеки [2] обосновывается становление цифровой филологии как новой междисциплинарной парадигмы, а также указывается на востребованность таких направлений, как машинный перевод, семантический анализ и работа с онлайн-словарями. Статья И. А. Кудрейко и Е. И. Скафы [3] включает в себя целостную трехуровневую систему формирования цифровой компетентности будущего учителя-словесника, интегрирующую работу с отраслевым программным обеспечением (корпусы, текстовые анализаторы),

использование ИКТ в педагогическом процессе (интерактивные плакаты, скрайбинг-презентации, в которых выступающий дополняет свои слова при помощи визуальных образов) и управление образовательными проектами (создание чат-ботов). При этом следует отметить, что авторы, анализирующие взаимоотношения между гуманитарной и технической составляющей образовательного процесса, значительно чаще уделяют внимание различным аспектам изучения филологических дисциплин в технических вузах (об этом пишут, к примеру, В. В. Смеюха и В. Н. Исаева [4]), что делает предлагаемое нами исследование еще более актуальным.

Таким образом, эффективная модель развития ИТ-компетенций предполагает их интеграцию в учебные курсы, направленную на формирование у филологов навыков работы с цифровыми корпусами и базами данных, создания мультимедийного и интерактивного контента, а также реализации проектной деятельности, что в совокупности может способствовать преобразованию традиционной филологии в актуальную и востребованную цифровую гуманитаристику.

На основании проведенного предварительного анализа дисциплин мы можем выделить общий для всех филологических направлений каркас необходимых ИТ-компетенций, к числу которых относятся:

1. Формирование общих навыков работы с информацией, к числу которых относятся поиск, критический анализ, верификация и систематизация сведений, полученных с использованием цифровых ресурсов (электронные библиотеки, научные базы данных, корпуса текстов).
2. Владение цифровым инструментарием, в частности, умение использовать специализированные онлайн-сервисы для решения профессиональных задач.
3. Создание и редактирование цифрового контента, а именно способность создавать, редактировать и оформлять текстовые, мультимедийные и интерактивные материалы.
4. Понимание принципов цифровой среды, знание основ информационной безопасности, веб-дизайна, визуализации данных.
5. Реализация исследовательского потенциала обучающихся – использование цифровых методов (сетевой анализ, корпусные методы, моделирование) в проведении филологических исследований.
6. Формирование цифровой грамотности преподавателя-филолога (использование цифровых технологий в образовательном процессе).

При этом необходимо понимать, что специфика ИТ-подготовки может варьироваться в зависимости от направления обучения. Институт филологии Петрозаводского государственного университета готовит студентов по направлениям 42.03.02. Журналистика, 45.03.01. Филология, 45.03.02. Лингвистика, 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). Таким образом, для каждого из этих направлений акценты в изучении дисциплин, связанных с информационными технологиями, могут быть расставлены по-разному. Для журналистов является приоритетным практико-ориентированное создание медиапродукта, включая разработку сайтов и интерактивного контента. Филологи в первую очередь заинтересованы в изучении исследовательских и аналитических цифровых методов в рамках цифровых гуманитарных наук (Digital Humanities), таких как работа с корпусами текстов. Лингвисты же уделяют особое внимание прикладному использованию информационных технологий, в том числе изучению систем автоматического и полуавтоматического машинного перевода. Педагоги в большей степени заинтересованы в интеграции в образовательный процесс современных технологий, создании учебных материалов с помощью тех или иных цифровых инструментов.

В качестве основных путей развития ИТ-компетенций нами могут быть предложены интеграция и преемственность в построении учебных курсов, в том числе и связь с темами выпускных квалификационных работ, практико-ориентированный подход через проектную деятельность в образовательном процессе (создание сайтов, реализация проектов, включающих в себя цифровые технологии), а также усиление междисциплинарных связей, позволяющих обучающимся понять конкретные способы применения полученных знаний, умений и навыков.

Развитие ИТ-компетенций у филологов в настоящее время трансформируется из простого обучения компьютерной грамотности в формирование комплексной «цифровой культуры филолога». Это новая характеристика выпускника, объединяющая глубокие предметные знания с владением цифровым инструментарием, необходима для создания востребованного контента, проведения актуальных филологических исследований и успешной профессиональной самореализации студента в цифровую эпоху.

Библиографический список

1. Веклич М. В. Цифровые технологии для филологов: лингводидактический аспект // Векторы развития русистики и лингводидактики в контексте современного филологического образования: Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Астрахань, 14–15 октября 2021 года / Под редакцией З. Р. Аглеевой, Л. Ю. Касьяновой, М. Л. Лаптевой. Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2021. С. 133–142.
2. Кононенко А. П., Недосека Л. А. Лингвистический потенциал компьютерных технологий в современной филологии // Гуманитарные и социальные науки. 2023. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lingvisticheskiy-potentsial-kompyuternyh-tehnologiy-v-sovremennoy-filologii> (дата обращения 04.11.2025).
3. Кудрейко И. А., Скафа Е. И. Цифровые технологии как инструмент развития профессионально значимых ценностей будущего учителя-словесника // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2023. № 91. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-kak-instrument-razvitiya-professionalno-znachimyh-tsennostey-budushchego-uchitelya-slovesnika> (дата обращения 04.11.2025).
4. Смеюха В. В., Исаева В. Н. Изучение филологических дисциплин в техническом вузе // Русский язык в поликультурном мире: Сборник научных статей V Международного симпозиума, включенного в программу Международного фестиваля «Великое русское слово». В 2-х томах, Симферополь, 08–12 июня 2021 года / Отв. редактор Е. Я. Титаренко. Т. 2. Симферополь: Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, 2021. С. 153–158.

МЕТОДЫ АВТОМАТНОГО АНАЛИЗА ОШИБОК И СБОЕВ В ДИСКРЕТНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

© Литвинов Н. Е., Сытник А. А., Шульга Т. Э.

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.

Саратов

litnik99@mail.ru, as@sstu.ru, shulgate@yandex.ru

В статье рассматриваются методы автоматного анализа ошибок и сбоев в дискретных интеллектуальных системах. Использование автоматных моделей позволяет формализовать поведение системы, выявлять некорректные состояния, анализировать причины ошибок и прогнозировать возможные сбои. Рассматриваются подходы на основе анализа достижимости, проверки инвариантов, построения моделей отказов и применения проверки моделей.

Ключевые слова: ошибки, сбои, методы автоматного анализа.

METHODS OF AUTOMATA ANALYSIS OF ERRORS AND FAILURES IN DISCRETE INTELLIGENT SYSTEMS

© Litvinov N. E., Sytnik A. A., Shulga T. E.

Saratov State Technical University named after Yu. A. Gagarin

Saratov

This article examines methods for automata-based error and failure analysis in discrete intelligent systems. Using automata-based models allows one to formalize system behavior, identify incorrect states, analyze the causes of errors, and predict potential failures. Approaches based on reachability analysis, invariant checking, failure modeling, and model checking are discussed.

Key words: errors, failures, methods of automata analysis.

Интеллектуальные системы дискретного типа, такие, как роботы, диалоговые агенты, много-агентные комплексы, управляющие контроллеры функционируют в условиях сложных взаимодействий и потенциальной неопределённости. В таких системах важно не только проектировать корректную логику работы, но и уметь своевременно выявлять и анализировать ошибки.

Автоматные модели предоставляют строгий формальный аппарат для анализа поведения систем. Рассматривая объект как множество состояний и переходов, можно обнаруживать недостижимые и тупиковые состояния, циклы, приводящие к заикливанию, переходы, нарушающие инварианты безопасности, сценарии отказов и сбоев [1].

Ошибки и сбои можно разбить на несколько групп: логические ошибки, ошибки недостижимости, ошибки заикливания, состояния отказа, ошибки синхронизации.

К логическим ошибкам относятся некорректные переходы между состояниями, неверные условия активации правил.

Ошибки недостижимости возникают в случае, если состояния или функции никогда не активируются.

Ошибки заикливания характеризуются бесконечными циклами, мешающими системе завершить работу.

Состояния отказа – состояния, из которых невозможен выход.

Ошибки синхронизации появляются в результате конфликта взаимодействий нескольких автоматов в составе сложной системы.

Методы автоматного анализа делятся на несколько подходов: проверка достижимости, анализ тупиков и заикливаний, проверка системных инвариантов, проверка моделей, диагностические автоматы, символьные методы.

При проверке достижимости используются алгоритмы обхода графа в ширину и глубину, которые позволяют выявлять недостижимые состояния и переходы.

При анализе тупиков и заикливаний, из-за которых достижение финального состояния не является возможным, применяется поиск сильно связанных компонент в графе переходов [2].

Проверка системных инвариантов безопасности, корректности. Нарушение инварианта указывает на потенциальный сбой.

Проверка моделей с помощью автоматической проверки формальных свойств, заданных на временной логике [3].

При применении диагностических автоматов строятся вспомогательные автоматы, моделирующие сценарии ошибок и используются методы автоматной диагностики для поиска источника сбоя.

Символьные методы предполагают применение булевых функций и бинарной диаграммы решений. Они эффективны для больших автоматов, где традиционный обход состояний невозможен.

Данные методы применимы в таких интеллектуальных системах, как: робототехника, для предотвращения аварийных сценариев; диалоговые системы, с целью выявления логических тупиков в сценариях общения, а также не использующихся реплик; многоагентные системы, верифицируя корректность синхронизации агентов, предотвращение конфликтов; киберфизические системы, выявляя сбои при интеграции дискретных и непрерывных процессов.

В качестве перспективных направлений можно рассмотреть разработку автоматизированных систем диагностики, строящих сценарии ошибок автоматически. Вероятностные автоматы могут быть использованы для анализа ошибок в условиях неопределённости. Обучаемые автоматы подойдут для предсказания сбоев на основе накопленной статистики. Применение методов автоматного анализа в цифровых двойниках интеллектуальных систем.

Методы автоматного анализа ошибок и сбоев позволяют выявлять и предотвращать критические нарушения в дискретных интеллектуальных системах. Использование графовых алгоритмов, проверки инвариантов и технологий проверки моделей обеспечивает формальную строгость и надёжность анализа. Перспективным направлением является развитие гибридных методов, объединяющих формальные модели с вероятностными и обучающимися подходами.

Библиографический список

1. Хопкрофт Д. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений [Текст]: пер. с англ. / Д. Хопкрофт, Р. Мотвани, Д. Ульман. Вильямс, 2008. С. 77–80.
2. Clarke E. Model Checking / E. Clarke, O. Grumberg, D. Peled.: MIT Press, 1999. P. 35–50.
3. Tarjan R. Depth-first search and linear graph algorithms / R. Tarjan.: SIAM Journal on Computing, 1972. P. 149–160.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛЕСОТАКСАЦИИ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ОБЛАКОВ ТОЧЕК LIDAR

© Лямзин А. В.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

lyamzin@cs.petrso.ru

Работа посвящена автоматизации лесотаксации на основе трёхмерных данных LiDAR. Рассматривается потоковая обработка больших LAS-файлов и предобработка облаков точек, включая отделение земной поверхности с помощью прогрессивного морфологического фильтра (PMF). Описанные методы помогают в выделении лесных объектов и извлечении морфометрических характеристик, необходимых для расчёта таксационных показателей.

Ключевые слова: LiDAR, облако точек, лесотаксация, PMF, морфологическая фильтрация, сегментация деревьев, LAS-файлы.

AUTOMATION OF FOREST INVENTORY BASED ON LIDAR POINT CLOUD PROCESSING

© Lyamzin A. V.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The work focuses on automating forest inventory using three-dimensional LiDAR data. It describes a streaming approach to processing large LAS files and the preprocessing of point clouds, including ground extraction using the Progressive Morphological Filter (PMF). The presented methods support the identification of forest objects and the extraction of morphometric features required for estimating forest inventory parameters.

Key words: LiDAR, point cloud, forest inventory, PMF, morphological filtering, tree segmentation, LAS files.

Постановка задачи

Задача таксации леса заключается в определении количественных и качественных характеристик древостоев – таких как высота, диаметр стволов, запас древесины, плотность насаждений и структура лесного полога. Традиционные методы лесотаксации основаны на выборочных наземных измерениях, которые требуют значительных трудозатрат, особенно при попытке оценить характеристики каждого дерева на больших участках.

В связи с этим актуальным направлением является использование трёхмерного лазерного сканирования (LiDAR), которое позволяет получать информацию о структуре леса с высокой точностью и детализацией, что открывает возможности для автоматизации процесса таксации.

Исследование направлено на реализацию этой идеи – автоматизацию оценки лесотаксационных показателей на основе облаков точек, полученных с помощью лидара. Для этого необходимо было разработать методы обработки и анализа трёхмерных данных лидара, позволяющие извлекать морфометрические характеристики деревьев и оценивать основные таксационные показатели на уровне отдельных деревьев и участков леса.

Решение задачи включает следующие ключевые этапы:

1. **Предобработка данных лидара** – фильтрация шумов, отделение точек земной поверхности и подлеска, построение цифровых моделей рельефа.
2. **Сегментация лесных объектов** – выделение отдельных деревьев или групп деревьев в облаке точек.
3. **Извлечение признаков** – определение высоты деревьев, диаметра крон, плотности полога и других параметров.
4. **Оценка таксационных показателей** – построение моделей для расчёта запаса древесины, биомассы и других параметров древостоя.
5. **Валидация результатов** – проверка точности оценок на основе данных наземных измерений.

Особенности работы с LAS-файлами при ограниченных вычислительных ресурсах

Облака точек, получаемые в результате лазерного сканирования, могут содержать десятки и сотни миллионов точек. При сохранении в формате LAS такие данные формируют крупные файлы, размер которых легко достигает нескольких гигабайт. Стандартные методы обработки предполагают полную загрузку файла в оперативную память, что делает работу с большими объёмами данных затруднительной или невозможной на компьютерах с ограниченными ресурсами. Дополнительную сложность создаёт то, что точки в LAS-файле обычно хранятся в порядке сканирования, а не по их фактическому расположению на местности, поэтому их частичная загрузка не сводится к простому чтению первых n точек.

Чтобы решить эту проблему и избежать избыточного расхода памяти, данные предварительно разбиваются на небольшие пространственные ячейки. Разбиение выполняется в потоковом режиме: файл считывается порциями, и каждая порция сразу распределяется по соответствующим ячейкам на основе координат точек. Такой подход позволяет работать только с нужными фрагментами облака точек, не загружая весь файл целиком, и существенно снижает требования к оперативной памяти.

Предобработка данных лидара

Первый этап предобработки данных заключается в отделении точек земной поверхности и построении цифровой модели рельефа. Для выделения земли существует множество методов, различающихся сложностью и требованиями к качеству данных. В рамках текущего этапа работы реализован прогрессивный морфологический фильтр (PMF).

PMF итеративно применяет морфологическое открытие с увеличивающимся окном. На каждом шаге точки, возвышающиеся над сглаженной поверхностью больше, чем на заданный порог, классифицируются как надземные объекты и исключаются из набора потенциальных точек земли. После нескольких итераций остаётся набор точек, наиболее близких к настоящему рельефу.

Пример использования фильтра:



До применения фильтра



После применения фильтра

Библиографический список

1. Zhang K., Chen S.-C., Whitman D., Shyu M.-L. A progressive morphological filter for removing nonground measurements from airborne LIDAR data // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2003. Vol. 41. No. 4. P. 872–882. DOI: 10.1109/TGRS.2003.810682
2. Eckstein W., Muenkelt O. Extracting objects from digital terrain models // Proceedings of SPIE. The International Society for Optical Engineering. 1995. DOI: 10.1117/12.216942.

3. American Society for Photogrammetry & Remote Sensing. LAS Specification, Version 1.4-R14. Bethesda, MD: ASPRS, 2019.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ ТИПИЧНЫХ НАРУШЕНИЙ ПОХОДКИ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА

© Мамчур С. С.

Общество с ограниченной ответственностью «Ай-ФОРС»

Москва

i@fors.ru

В работе приведено описание результатов развития мобильного приложения для регистрации и объективизации симптомов болезни Паркинсона (БП), представленного в 2024 году в докладе «Объективизация моторных симптомов пациентов при болезни Паркинсона с использованием технологий машинного зрения и искусственного интеллекта».

Ключевые слова: моторные тесты, неврологические тесты, болезнь Паркинсона, машинное зрение, искусственный интеллект.

COMPUTER VISION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES TO OBJECTIFY TYPICAL GAIT DISTURBANCES IN PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE

© Mamchur S. S.

Limited Liability Company «iFORS»

Moscow

The article describes the results of the development of a mobile application for the registration and objectification of symptoms of Parkinson's disease (PD), presented in 2024 in the report «Objectification of motor symptoms in Parkinson's disease using computer vision and artificial intelligence technologies».

Key words: motor tests, neurological tests, Parkinson's disease, computer vision, artificial intelligence.

Болезнь Паркинсона (БП) – заболевание головного мозга, которое затрудняет активность, вызывает различные двигательные нарушения и другие проблемы со здоровьем. Симптомы заболевания имеют тенденцию усиливаться с течением времени. Нарушения двигательной функции, которые вызывает БП:

- проблемы при ходьбе;
- нарушение равновесия;
- замедленность движений;
- тремор;
- непроизвольные движения.

Совместно с коллегами из Боткинской больницы и Федерального Центра мозга и Нейротехнологий разработано мобильное приложение для регистрации и объективизации симптомов болезни Паркинсона (БП) по кинематическим параметрам движения. Приложение использует технологии машинного зрения и методы машинного обучения. Движения Пациентов с БП регистрируются с использованием камеры смартфона Apple. Двигательные задания были выбраны на основе части 3 «Исследование двигательных функций» Унифицированной Шкалы Оценки Болезни Паркинсона Международного Общества Расстройств Движения (UPDRS-MDS).

В данной работе приведено описание результатов развития мобильного приложения. Для объективизации оценки наличия проблем при ходьбе добавлены новые двигательные задания: «походка человека», «постукивание пяткой».

Объективизация результатов выполнения тестов проводится следующим образом: полученный с камеры видеосигнал, распознаётся с помощью машинного зрения, формируется массив координат

ключевых точек. Далее массив обрабатывается на предмет поиска экстремумов, на выходе получаем несколько числовых последовательностей отслеживаемых параметров, описывающих повторяемые действия. После этого производится анализ полученных последовательностей с использованием функции линейной регрессии, и результатом этого анализа становятся тренды изменения кинематических параметров движения.

В процессе дополнения приложения новыми двигательными тестами, помимо алгоритмической задачи, решались две задачи, нацеленные на возможность массового использования приложения в медицинских учреждениях или в домашних условиях.

Первая задача: размещение камеры смартфона таким образом, чтобы объектив мог зафиксировать достаточное для проведения анализа количество шагов пациента.

Вторая задача: размещение камеры смартфона таким образом, чтобы размер получаемого изображения, был достаточен для анализа алгоритмом обработки.

При разработке приложения поставлена цель сделать диагностику максимально доступной, сохранив достаточный для анализа врачом объём получаемых данных. Исходя из этого, приложение должно быть удобным для использования без специального оборудования и узкопрофессиональных навыков.

Для решения первой задачи, было проведено более 400 предварительных тестов, которые показали, что для определения изменений походки минимально достаточно 5–7 шагов. При этом минимальное расстояние, на котором должна быть установлена камера смартфона, составляет 320 см. Тесты также выявили, что оптимальная высота, на которой должна быть установлена камера смартфона, находится в диапазоне от 120 до 150 см. Для проведения теста «анализ походки» предлагается использование штатива для фотографирования, снабжённого зажимом для размещения смартфона. Ниже приведена схема размещения оборудования при выполнении теста (см. рис. 1).

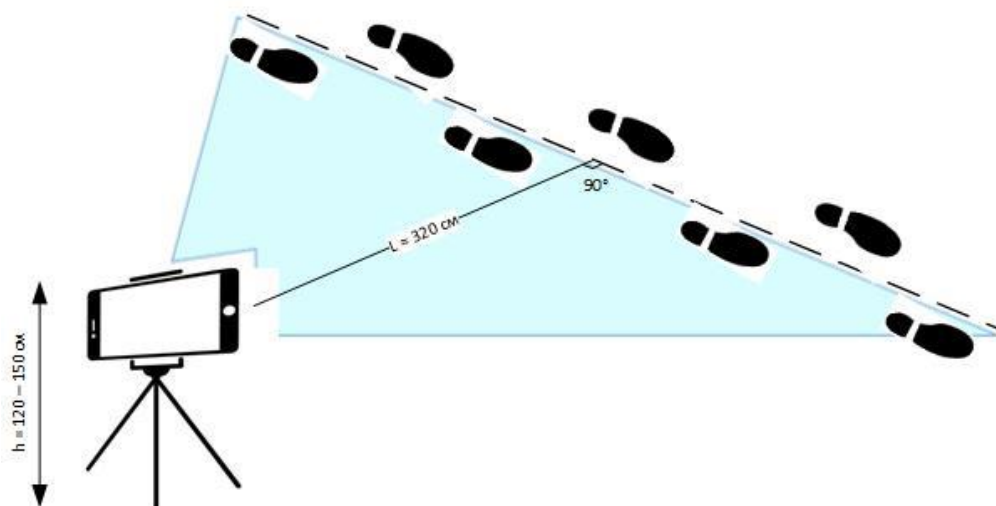


Рис. 1. Схема размещения оборудования при выполнении теста «Походка человека»

Также, для получения более качественного видео-материала для визуального подтверждения проведения теста «Походка человека», добавлены параметры, описывающие угол наклона камеры смартфона относительно предлагаемой траектории движения пациента (см. рис. 2).

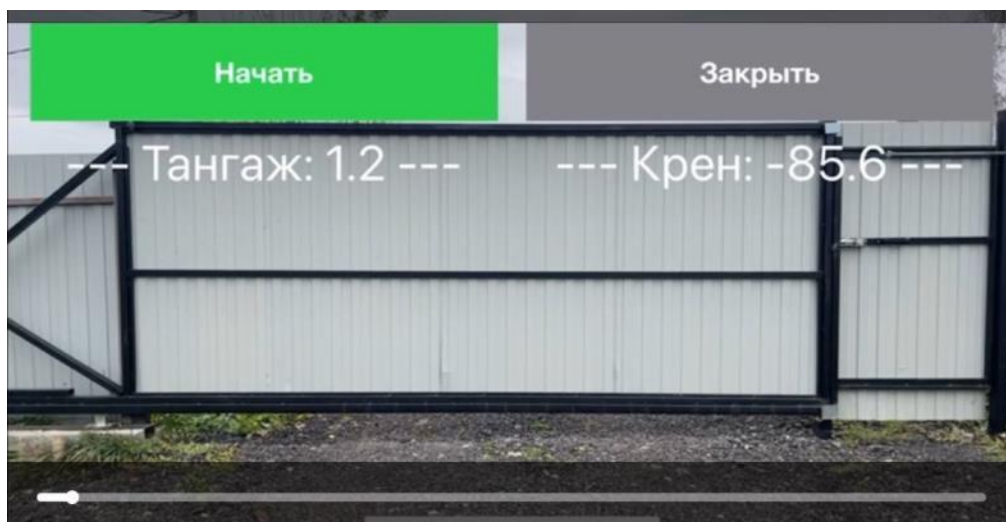


Рис. 2. Параметры угла наклона камеры смартфона. Тангаж и крен

Для решения второй обозначенной в данном докладе задачи, также проводились предварительные тестирования, но в гораздо меньшем объеме – чуть более 150. Для реализации возможности объективизации выполнения теста «Постукивание пяткой» так же, как и в тесте «Походка человека», предлагается использование штатива для фотографирования, снабжённого зажимом для размещения смартфона. Разработано два подхода к выполнению теста – самостоятельный, когда пациент использует при проведении тестирования ростовое зеркало (см. рис.3), и с помощником – когда стартом и остановкой сбора данных управляет ассистент (см. рис. 4).

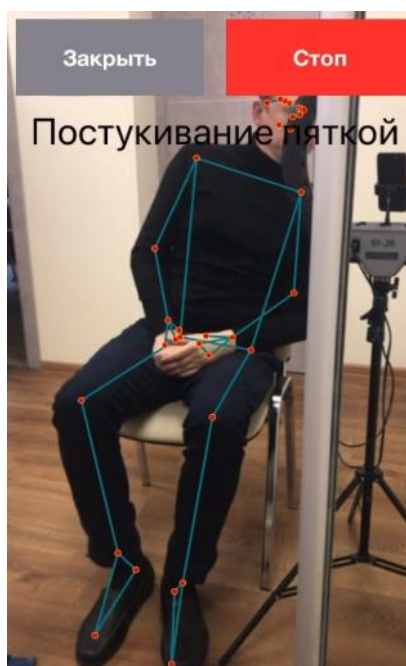


Рис. 3. Самостоятельное выполнение теста «Постукивание пяткой» с использованием зеркала

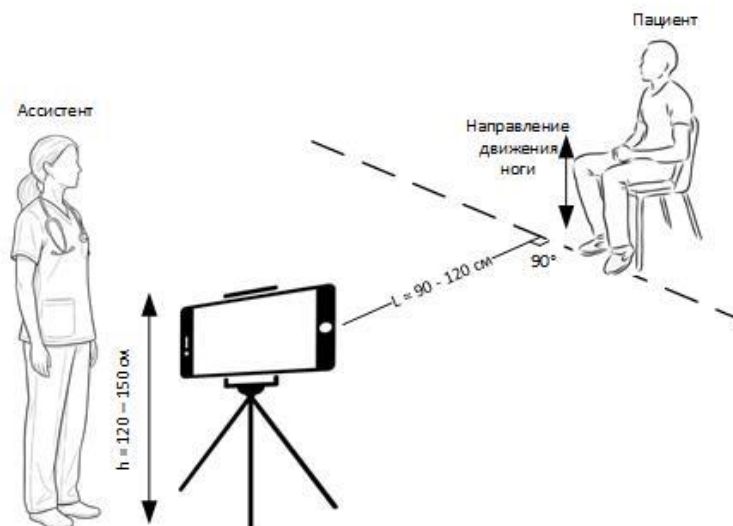


Рис. 4. Выполнение теста «Постукивание пяткой» с ассистентом

При реализации теста «Постукивание пяткой» столкнулись с двумя проблемами: если пациент сидит слишком близко, то при подъёме-опускании стопы изменение высоты может находиться в пределах погрешности, и не быть засчитанным алгоритмом распознавания движений. В данном случае приложение выдаёт информационное сообщение. Вторая проблема заключается в том, что из-за состояния пациента, он не может акцентированно поднимать и опускать стопу. В данном случае также выдаётся информационное предупреждение.

Итогом выполненной работы стало расширение набора тестов в приложении и разработка инструмента и методологии проведения тестов «Походка человека» и «Постукивание пяткой», повышающих доступность диагностики.

Выполнение теста «Походка человека» в качестве результатов даёт:

- график изменения амплитуды и скорости выполнения повторяемых действий;
- график траектории движения кисти руки, ближайшей к камере смартфона;
- длину шага и угол отклонения кисти руки, ближайшей к камере смартфона;
- видео-запись выполненного теста.

Выполнение теста «Постукивание пяткой» в качестве результатов даёт:

- график изменения амплитуды и скорости выполнения повторяемых действий;
- описание тенденции изменения скорости и скованности;
- видео-запись выполненного теста.

Обнаруженные ограничения:

- низкая амплитуда движений в нижней части ноги по причине нарастания признаков инвалидизации.

Результатом использования мобильного приложения при проведении физического осмотра пациента в части выполнения тестов являются объективизированные данные о динамике амплитуды и скорости, а также видео выполнения этих тестов. Сохраняемое видео служит для врача источником информации о том, как именно, насколько точно пациент выполнял тесты. После проведения осмотра данные могут быть отправлены с телефона с помощью почтового клиента или мессенджера. Данные могут быть отправлены в формате pdf, например, для хранения в медицинской карте пациента, так и в машиночитаемом формате xml, например, для использования в научно-исследовательских целях.

Мы приглашаем практикующих врачей, научных сотрудников, специалистов RnD к взаимодействию.

ГЕНЕРИРОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ КАК СПОСОБ БОРЬБЫ С НЕРЕПРЕЗЕНТАТИВНЫМИ ВЫБОРКАМИ

© Махилев Р. А., Екимова Т. А.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

makhilev84@mail.ru

В работе рассматривается проблема недостаточного объема данных для обучения ML-моделей на примере данных по высокопрочному чугуно ВЧ50. Целью исследования является восстановление пропущенных значений и расширение выборки новыми данными. В качестве результатов представлены рассчитанные метрики для исходных и сгенерированных данных, а также сравнительный анализ эффективности предложенных методов.

Ключевые слова: синтетические данные, малое количество данных, вариационный автоэнкодер, CVAE, ML-модель.

SYNTHETIC DATA GENERATION AS A WAY TO DEAL WITH UNREPRESENTATIVE SAMPLE

© Makhilev R. A., Ekimova T. A.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The study addresses the problem of insufficient data volume for training ML models, using data on high-strength cast iron HC50 as an example. The purpose of the study is to restore the missing values and expand the sample with new data. The calculated metrics for the initial and generated data are presented, as well as a comparative analysis of the effectiveness of the proposed methods.

Key words: synthetic data, small dataset, variational autoencoder, CVAE, ML model.

Одна из ключевых проблем современного машинного обучения – это проблема малого объема данных. Актуальность проблемы заключается в том, что с ней можно столкнуться практически в любой области машинного обучения. В настоящей работе в качестве объекта исследования рассматривается выборка экспериментальных данных о составе и свойствах чугуна марки ВЧ50. Каждая запись в анализируемой выборке содержит данные об элементном составе, результатах металлографических исследований, а также механические свойства материала: твердость, предел прочности при растяжении, условный предел текучести, относительное удлинение и относительное сужение после разрыва. Согласно требованиям ГОСТа 7293–85 [1] для высокопрочных чугунов нормируются такие характеристики, как предел прочности при растяжении и предел текучести, тогда как значения твердости носят рекомендательный характер и уточняются только в рамках дополнительных технических условий (ТУ). Этот факт привел к тому, что при фиксации результатов испытаний данные о механических свойствах были внесены небрежно и содержат пропуски в тех значениях, которые строго не нормируются стандартом. Однако для построения и обучения модели машинного обучения необходимо иметь максимально полный набор данных. В таблице 1 приведены данные о количестве пропусков в значениях механических свойств. Как следует из таблицы, до 50% записей о механических свойствах чугунов являются неполными и не могут быть использованы для обучения ML-модели. Из данных, приведенных в таблице, были сформированы основные задачи настоящего исследования: восстановление недостающих значений твердости и увеличение общего объема данных для дальнейших исследований.

Таблица 1

Расчет процента пропусков механических свойств

Механические свойства	Количество пропусков	Процент пропусков	Всего строк
Твердость	538	56,2	958
Предел прочности при растяжении	72	7,5	
Условный предел текучести	73	7,6	
Относительное удлинение после разрыва	72	7,5	
Относительное сужение после разрыва	97	10,1	

Восстановление данных требуется, поскольку пропуски в механическом свойстве не позволяют корректно связать его с химическим составом и результатами металлографических исследований. Увеличение общего объема данных необходимо, так как в ранних исследованиях [2] авторами не были выявлены явные линейные зависимости между химическим составом и механическими свойствами, а существующая выборка в 958 строк недостаточна для обнаружения сложных нелинейных закономерностей.

Для решения задач увеличения объема данных для обучения ML-моделей традиционно применяются такие методы, как поиск дополнительных данных в открытых источниках или проведение дополнительных экспериментов. Однако эти подходы в рамках проводимого исследования неприменимы. Данные по испытаниям отливок из чугунов, которые выполняются на предприятиях, не публикуют в открытых источниках, так как они определяют параметры технологического процесса и, как правило, являются коммерческой тайной предприятия, а проведение дополнительных испытаний экономически не выгодно и очень затратно по времени. Помимо изложенных, существует еще один вариант увеличения количества данных – это генерация синтетических значений на основе имеющихся. В таблице 2 представлены методы, с помощью которых можно осуществить такую генерацию данных.

Таблица 2

Методы генерации данных [3]

Метод	Описание и плюсы	Минусы
Простое аугментирование	Добавление шума, масштабирование, случайные вариации – простота, улучшение устойчивости модели	Не создаёт новых зависимостей, может искажать распределение
GAN (CTGAN)	Генерация таблиц с учётом условных распределений – хорошо моделирует сложные зависимости	Требуется настройки, возможны артефакты, сложность обучения
VAE (TVAE)	Стабильная генерация через вариационный автоэнкодер – сохраняет латентные зависимости	Менее детализированные данные по сравнению с GAN
Diffusion Models	Пошаговая генерация через удаление шума – высокое качество стабильное обучение	Медленная генерация, высокие вычислительные затраты
Copula-based модели	Моделирование многомерных распределений – точно воспроизводит корреляции между признаками	Требуется знания статистики, сложность реализации
Rule-based генерация	Генерация на основе бизнес-правил или экспертных знаний – полный контроль и простота	Ограниченное разнообразие, не обобщается, требует ручной настройки

Для решения задач, сформулированных в рамках данного исследования, был выбран метод условного вариационного автоэнкодера (Conditional Variational Autoencoder, CVAE). Данный метод позволяет одновременно восстанавливать недостающие значения и генерировать дополнительные данные, не прибегая к другим подходам машинного обучения. Возможность восстановления пропущенных значений и генерации дополнительных данных обеспечивается тем, что CVAE моделирует распределение данных с учётом условной информации и тем самым обучается взаимосвязи между признаками X и соответствующими значениями целевой переменной Y . В исходной реализации CVAE генерация происходит на основе набора значений Y , после чего моделируется соответствующее множество X . В нашем исследовании подход был инвертирован: после обучения для заданного множества признаков X подбиралось соответствующее значение целевой переменной Y . Такой подход позволил воспроизвести пропущенные значения и синтетически расширить выборку с сохранением статистического распределения исходных данных.

На рисунке 1 приведены гистограммы распределения значений твердости в исходной и восстановленной выборках. Из гистограмм видно, что после восстановления распределение значений твердости стало более плавным, без резких обвалов или пустующих значений.

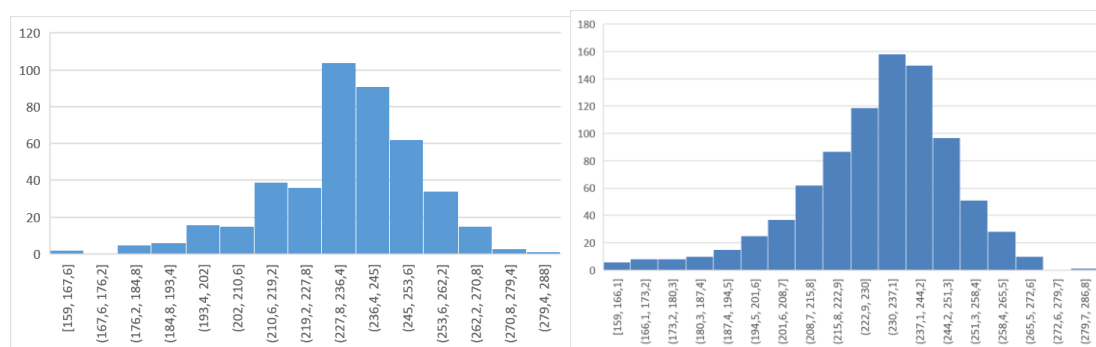


Рис. 1. Распределение твердости до (слева) и после (справа) восстановления

Так же был выполнен корреляционный анализ для пар значений «химико-механическая характеристика – твердость», результаты значимых значений которого приведены в таблице 3.

Таблица 3

Корреляционные пары между химико-механическими характеристиками и твердостью

	Оригинальная твердость	Восстановленная твердость
S	-0,15	-0,05
Cr	0,28	0,28
Mg	0,38	0,36
Предел прочности при растяжении	0,60	0,85
Условный предел текучести	0,73	0,86
Относительное сужение после разрыва	-0,51	-0,33

Из полученных корреляционных значений можно сделать вывод, что восстановленные значения твердости не нарушают логику оригинальных данных несмотря на незначительные изменения в значениях коэффициентов корреляции.

После восстановления пропущенных значений твердости они были включены в общую выборку, которая использовалась для обучения CVAE. По завершении обучения была выполнена генерация новых строк данных для увеличения объема выборки. Сгенерированные значения также показали удовлетворительные значения при их оценки и сравнении с оригинальными значениями.

Библиографический список

- ГОСТ 7293–85. Сталь. Методы механических испытаний / Госстандарт СССР. М., 1985. 15 с.
- Беляев С. А. Разработка системы поддержки принятия решений для предсказания брака в отливках из высокопрочных чугунов / С. А. Беляев, Т. А. Екимова, Р. А. Махилев, М. А. Мохов // Цифровые технологии в образовании, науке, обществе: материалы XVII Всероссийской науч.-практ. конф. (Петрозаводск, 22–24 ноября 2023 года). 2023. С. 13–16.
- Рабчевский А. Н. Обзор методов и систем генерации синтетических обучающих данных / А. Н. Рабчевский // Прикладная математика и вопросы управления. 2023. № 4. С. 6–45.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОПРОСОВ С ВЛОЖЕННЫМИ ОТВЕТАМИ (CLOZE) ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ В LMS MOODLE

© Мошкина Е. В.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

emoshkina@yandex.ru

В статье рассматриваются дидактические возможности и преимущества использования вопросов формата Cloze в системе Moodle. Представлен синтаксис для их создания и проанализированы моде-

ли применения в преподавании физики. Показано, что данный инструмент способствует целостному восприятию информации и обеспечивает гибкую систему оценивания. Сделан вывод о высокой эффективности Cloze-вопросов для комплексной проверки знаний и формирования системного понимания дисциплины.

Ключевые слова: Moodle, Cloze-вопросы, электронное обучение, тестирование, оценивание знаний.

USING CLOZE QUESTIONS (EMBEDDED ANSWERS) FOR KNOWLEDGE ASSESSMENT IN THE LMS MOODLE

© Moshkina E. V.
Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

This article explores the didactic potential and advantages of the Cloze question format in the Moodle learning management system. It outlines the creation syntax and analyzes practical application models in physics education. The study demonstrates that this tool promotes holistic knowledge assimilation and enables a flexible assessment framework. The findings confirm the high efficacy of Cloze questions for comprehensive knowledge assessment and for developing a systematic understanding of the subject.

Key words: Moodle, Cloze questions, e-learning, testing, knowledge assessment.

LMS Moodle – это надежная и эффективная платформа для электронного обучения, которая предоставляет широкий спектр инструментов, ориентированных на учащихся. Среди всех видов учебной деятельности в LMS Moodle тестирование – один из самых популярных инструментов для оценки знаний студентов. Для пользователей доступен широкий спектр видов тестов и вопросов – от стандартных, встроенных в систему, до расширенных возможностей с помощью специальных плагинов. Эти инструменты позволяют проводить как итоговые экзамены, так и текущее оценивание для отслеживания прогресса студентов в изучении дисциплины [1].

Наиболее часто разработчики курсов в Moodle используют базовые виды вопросов, такие как множественный выбор, короткий ответ, числовой, соответствие, верно / неверно, упорядочение. Опрос коллег показывает, что такие типы вопросов как вычисляемый, перетаскивание на изображение или вложенные ответы (Cloze) используются довольно редко или не используются вовсе. Основная причина заключается в технической сложности их создания. Действительно, разработка одного такого «продвинутого» вопроса может занять столько же времени, сколько создание 5–10 простых вопросов с множественным выбором. Но, несмотря на сложность, у этих типов вопросов есть уникальные преимущества, которые невозможно в полной мере реализовать с помощью базовых форматов [2].

В статье представлен анализ возможностей и дидактических преимуществ вопросов типа «вложенные ответы» (Cloze). Их структура основывается на фрагменте текста с интегрированными в него пропусками для ответов. Эти вопросы создаются вручную, путем ввода текста со специальными кодами, которые создают встроенные вопросы, причем в одном задании могут быть одновременно и ответы в выпадающих списках, и пропущенные слова, и пропущенные числа.

Рассмотрим базовые требования к синтаксису Cloze-вопросов.

- каждый вложенный вопрос заключается в фигурные скобки {};
- число, указанное между открывающей скобкой и двоеточием {1: – это вес вопроса (цифра, обозначающая количество баллов за этот конкретный ответ). Если для всех элементов он равен 1, его можно не указывать;
- после двоеточия указывается тип вопроса заглавными буквами:
MULTICHOICE – множественный выбор в виде выпадающего списка,
SHORTANSWER – короткий ответ без учета регистра,
NUMERICAL – числовой ответ;
- после второго двоеточия перечисляются все возможные ответы, которые разделяются символом тильда (~). Перед первым вариантом ответа тильда не ставится. Перед правильным ответом ставится знак равенства (=) или %100% – оценка в процентах. Если предполагается наличие частично правильного ответа, то перед ним ставится %50% или другая процентная значи-

мость. Перед неправильным ответом знак не ставится или ставится %0%. Например, в вопросе

{2:SHORTANSWER:%50%частично верный~%100%полностью верный~%0%неверный}

за верный ответ студент получит 1 балл, за полностью верный 2 балла и за неверный 0 баллов;

- каждый вариант ответа может содержать комментарий, перед которым ставится решетка #. Если комментария нет, то решётку ставить не требуется. Комментарий участник увидит во всплывающем окне (если было разрешено показывать комментарии в настройках теста) при наведении курсора на поле ответа. В комментариях нельзя использовать двойные кавычки. Например,

{1:MULTICHOICE:~неверный ответ#Подумайте еще!~= верный ответ#Правильно!}

- в числовом вопросе можно указать величину погрешности, которая отделяется от правильного ответа двоеточием, например, в случае {1:NUMERICAL:=5:0.1}, правильными будут считаться ответы в интервале от 4.9 до 5.1;
- внутри вложенного вопроса пробелы между числами и знаками не ставятся, в качестве десятичного разделителя используется точка.

Подробное описание синтаксиса Cloze-вопросов и методов их создания приведено на официальном сайте Moodle [3].

Формат Cloze идеально подходит для физики, где понимание связано с умением оперировать формулами, единицами измерения и качественными понятиями в рамках одной задачи. Рассмотрим несколько конкретных примеров, где можно использовать этот тип вопросов.

- комплексный тестовый вопрос**, содержащий как правило одно или несколько логически связанных предложений, в текст которого интегрированы несколько вложенных ответов. Использование вопросов такого типа развивает навык работы с непрерывным текстом, в отличие от изолированных вопросов. Например,

Единицей измерения электрической емкости является {1:SHORTANSWER:=фарада}. Емкость конденсатора определяется как $C = \{1:MULTICHOICE:U/Q \sim Q/U \sim I \cdot t\}$. Если конденсатор емкостью 10 мкФ заряжен до напряжения 100 В, его энергия равна {1:NUMERICAL:=0.05} Дж. При разрядке через резистор эта энергия преобразуется в {1:MULTICHOICE:~механическую~магнитную~тепловую} энергию.

При выполнении вопрос отобразится следующим образом:

Единицей измерения электрической емкости является . Емкость конденсатора определяется как $C =$. Если конденсатор емкостью 10 мкФ заряжен до напряжения 100 В, его энергия равна Дж. При разрядке через резистор эта энергия преобразуется в энергию.

- комплексная расчетная задача**. Задачи, в которых нужно найти несколько числовых ответов, удобно создавать в формате Cloze. К сожалению, в настоящий момент в конструкторе вопросов Cloze нет возможности на основе заданных формул генерировать случайные значения переменных во время выполнения теста, так как это реализовано в вопросах типа вычисляемый;
- табличное задание**, в котором требуется заполнить ячейки таблицы текстовыми или числовыми ответами, либо выбрать верный вариант из выпадающего списка. Рекомендуется предварительно разработать макет таблицы в текстовом редакторе, после чего импортировать его в конструктор вопросов Moodle и провести финальное редактирование. В таблице 1 показан синтаксис табличного задания по теме «Термодинамика», а на рис. 1 – отображение задания при его выполнении. При выполнении такого задания студент систематизирует знания по теме, что, как правило, приводит к более высокому результату по сравнению с тестом из разрозненных вопросов.

Таблица 1

Пример синтаксиса табличного задания

Термодинамический процесс в идеальном газе	Постоянная величина в процессе (введите слово)	Форма записи первого начала термодинамики	Молярная теплоемкость воздуха, Дж/(моль·К)
Изотермический	{1:SHORTANSWER:=температура}	{1:MULTICHOICE:Q = ΔU + A~Q = A~Q = ΔU ~A = -ΔU}	{1:MULTICHOICE:0~20,8~∞~29,1}
Изохорный	{1:SHORTANSWER:=объем~объём}	{1:MULTICHOICE:Q = ΔU + A~Q = A~Q = ΔU ~A = -ΔU}	{1:MULTICHOICE:0~20,8~∞~29,1}
Изобарный	{1:SHORTANSWER:=давление}	{1:MULTICHOICE:=Q = ΔU + A~Q = A~Q = ΔU ~A = -ΔU}	{1:MULTICHOICE:0~20,8~∞~29,1}
Адиабатный	{1:SHORTANSWER:=энтальпия}	{1:MULTICHOICE:Q = ΔU + A~Q = A~Q = ΔU ~A = -ΔU}	{1:MULTICHOICE:=0~20,8~∞~29,1}

Термодинамический процесс в идеальном газе	Не изменяющий параметр состояния газа в процессе (введите слово)	Форма записи первого начала термодинамики	Молярная теплоемкость воздуха, Дж/(моль·К)
Изотермический	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Изохорный	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Изобарный	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Адиабатный	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Рис 1. Отображение табличного задания при его выполнении

- **задача с поэтапным разбором решения.** Пошаговую инструкцию по решению задачи с промежуточными вычислениями можно оформить в виде Cloze-вопроса и использовать, например, на практическом занятии для отработки алгоритмов решения типовых задач. Такая форма представления задач удобна и для организации самостоятельной работы студентов заочного отделения.

Опыт применения свидетельствует о том, что вопросы типа Cloze можно рассматривать как многофункциональный и мощный инструмент для оценивания знаний учащихся по следующим причинам:

1. Компактность и разнообразие: в одном вопросе можно объединить несколько типов заданий: выпадающий список, поле для краткого ответа и поле для числового ответа. Это позволяет проверить разные аспекты знания одной темы в рамках единого контекста.
2. Интеграция в смысловой контекст: при ответе на Cloze-вопрос не нужно переключаться между различными по форме представления вопросами, что снижает когнитивную нагрузку и повышает вовлечённость учащегося в процесс выполнения задания за счёт целостности восприятия.
3. Обратная связь: для каждого варианта ответа можно задать персонализированные комментарии (после символа #), пояснения к ошибкам и подсказки для их исправления.
4. Гибкая система оценивания: преподаватель может назначать разное количество баллов для каждого пропуска в тексте и использовать поддержку частично верных ответов, делая оценку более точной и отражающей сложность каждого элемента вопроса.
5. Снижение возможности списывания: формат тестов типа Cloze усложняет задачу для студентов, желающих сжульничать, так как требует более глубокого понимания контекста и не имеет очевидной единой структуры, как в простых вопросах с множественным выбором.

Основным недостатком вопросов типа Cloze являются существенные временные затраты преподавателя на рутинную техническую работу по их созданию. Снизить влияние этого недостатка можно

путем создания текстовых шаблонов и заготовок с уже прописанным синтаксисом, в которые потом останется только вписывать новые термины и цифры. Использование в своих курсах Cloze-вопросов может значительно обогатить арсенал любого разработчика в Moodle.

Библиографический список

1. Черепанова А. Л. Особенности некоторых типов вопросов LMS Moodle при создании тестовых заданий // Педагогическая информатика. 2023. № 2. С. 259–265.
2. Особенности создания Cloze вопросов с помощью встроенного конструктора тестов LMS Moodle / С. В. Окладникова, О. Д. Окладникова, Я. С. Губарев // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования: материалы IV Национальной научно практической конференции. Астрахань, 2021. Т. 4. С. 277–280.
3. Embedded Answers (Cloze) question type: справочная документация [Электронный ресурс] // Moodle Docs. URL: [https://docs.moodle.org/404/en/Embedded_Answers_\(Cloze\)_question_type#Detailed_syntax_explanations](https://docs.moodle.org/404/en/Embedded_Answers_(Cloze)_question_type#Detailed_syntax_explanations) (дата обращения 07.11.2025).

СЕТЕВАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПЕРВИЧНОЙ ДИАГНОСТИКИ

© Мощевикин А. П., Соловьев А. В., Васильев М. И., Дьяченко О. Е.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

alexmtou@mail.ru

В статье представлено описание сетевой инфраструктуры разработанного в ПетрГУ виброакустического комплекса первичной диагностики, предназначенного для мониторинга состояния промышленного оборудования. Комплекс ориентирован на применение на малых предприятиях и в сценариях, где развертывание стационарных проводных систем мониторинга может быть нецелесообразно. Также в статье описаны программные модули для адаптивной записи звука, асинхронного опроса датчиков и передачи данных на удаленный сервер.

Ключевые слова: виброакустическая диагностика, мониторинг оборудования, беспроводные датчики, вибродиагностика.

NETWORK INFRASTRUCTURE OF THE PRIMARY DIAGNOSTIC VIBROACOUSTIC COMPLEX

© Moschevikin A. P., Solovyev A. V., Vasilyev M. I., Dyachenko O. E.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The article describes the network infrastructure of a vibroacoustic primary diagnostics system designed to monitor the condition of industrial equipment. It might be used at small enterprises and in scenarios when deploying fixed wired monitoring systems may be impractical. The article also describes software modules for adaptive audio recording, asynchronous sensor polling, and data transmission to a remote server.

Key words: vibroacoustic diagnostics, equipment monitoring, wireless sensors, vibration analysis.

Для повышения эффективности производства на крупных машиностроительных, металло-, камне- и деревообрабатывающих предприятиях устанавливаются дорогостоящие системы мониторинга вибраций оборудования и предиктивной аналитики. Методы оценки состояния оборудования по вибрации рассмотрены в [1–2]. На рынке представлено множество решений, как иностранных (SCM, VIBGUARD, xBud), так и отечественных (CNC-VISION [3], BALTECH VP-1000 [4], «Диспетчер» [5]), включая модульную систему сбора и анализа информации (МССАИ) [6], разработанную в ПетрГУ.

Однако, существует ряд производств (малые предприятия, мини-заводы, открытые площадки), где установка дорогостоящих стационарных комплексов избыточна, и могут использоваться легкие решения, в том числе с облачными сервисами.

Разработанный виброакустический комплекс первичной диагностики (ВАКПД) может быть использован как основа для автономной долгосрочной системы мониторинга, так и как мобильный инструмент оперативной оценки состояния оборудования.

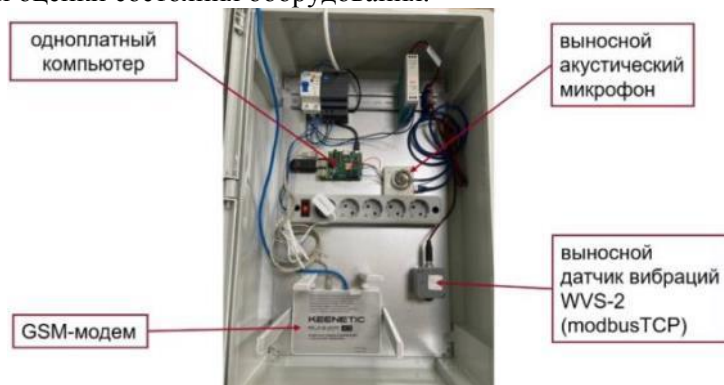


Рис. 1. Внешний вид блока управления ВАКПД

Блок управления ВАКПД собран на основе точки доступа Keenetic Runner 4G и одноплатного компьютера Raspberry PI 3B+. В монтажный ящик подается напряжение ~220 В. Внутри установлены DC/DC преобразователи на 8–24 В для выносных беспроводных датчиков вибрации WVS-2 (разработан в ПетрГУ) и на 5 В для компьютера. Используется выносной микрофон INMP411. К Raspberry подключено реле для удаленного управления питанием датчиков. Схема сетевой инфраструктуры ВАКПД представлена на рисунке 2.

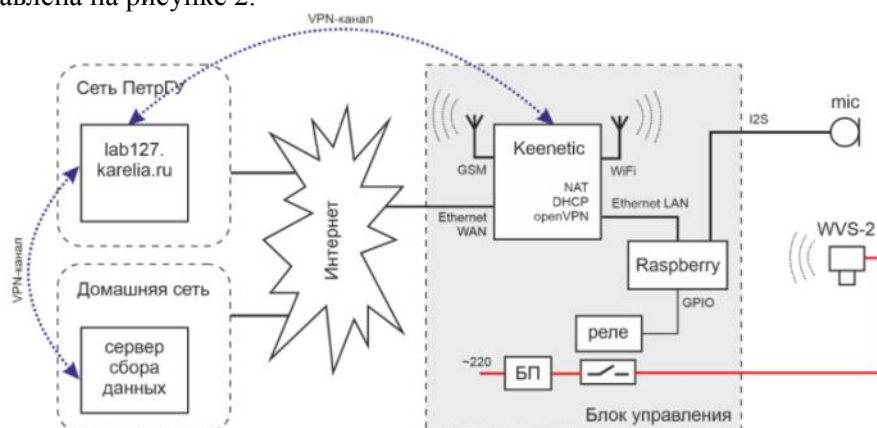


Рис. 2. Сетевая инфраструктура виброакустического комплекса

На представленной схеме только коммуникационный сервер lab127.karelia.ru обладает публичным IP-адресом, всем остальным устройствам выделяются IP-адреса из диапазона частных сетей.

Сервер lab127.karelia.ru связывает источники данных (датчики и Raspberry, изображены в правой части на рисунке 1) и компьютер сбора данных (слева внизу на рисунке 2) с помощью VPN-каналов связи:

- между точкой доступа Keenetic и lab127.karelia.ru;
- сервером сбора данных и lab127.karelia.ru.

Точка доступа Keenetic имеет два канала во внешний Интернет – GSM и Ethernet WAN. Она также организует локальный сегмент IP-сети (WiFi и Ethernet LAN): выделяет IP-адреса устройствам в локальной сети ВАКПД с помощью протокола DHCP (зафиксированные статически при настройке сети) и предоставляет им доступ в Интернет с помощью службы NAT.

Также на точке доступа поднят сервис openVPN и настроен клиент openVPN для организации канала связи с сервером lab127.karelia.ru.

На сервере сбора данных настроен клиент openVPN для организации канала связи с сервером lab127.karelia.ru.

Таким образом, на сервере lab127.karelia.ru организовано два туннеля. Для «маршрутизации» между ними используется опция client-to-client в настройках VPN-сервера.

Для указания доступности локальной сети «за» точкой доступа (локальный сегмент ВАКПД) в настройках VPN-сервера lab127.karelia.ru используется VPN-опция iroute. С ее помощью VPN-сервер lab127.karelia.ru в момент создания виртуального канала с сервером сбора данных добавляет строчку в его таблицу маршрутизации, указывающую о том, что локальная сеть ВАКПД доступна в этом VPN-канале.

Программное обеспечение комплекса

Программное обеспечение, исполняемое на Raspberry, состоит из трех модулей.

1. Модуль записи звука

Моно-аудиопоток с микрофона записывается в файлы на USB-накопитель. Длительность фрагментов – до одной минуты. Для эффективного использования памяти разработан адаптивный алгоритм сохранения. Для фрагмента длительностью 0.1 с производится оценка среднего уровня по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i (x - \bar{x})^2}{N}},$$

где x – i -тый элемент фрагмента, \bar{x} – среднее арифметическое значение фрагмента, N – количество элементов фрагмента.

Если значение σ превышает порог, в файл записываются предыдущие две секунды из буфера. Запись продолжается в реальном времени до падения уровня ниже порога и выдержки паузы в три секунды.

2. Модуль опроса датчиков вибрации

Конфигурация системы хранится в JSON-файле. Датчик WVS-2 имеет две группы Modbus-регистров:

Первая группа обновляется часто (3–4 раза в секунду) и содержит порядковый номер, СКО виброускорения, минимальное, среднее и максимальное значения по осям.

Вторая группа обновляется редко (раз в 3 секунды) и содержит порядковый номер, температуру, СКЗ виброускорения, виброскорости, виброперемещения и спектры.

Группы опрашиваются отдельно с использованием асинхронных потоков. Считанные данные записываются в файлы и, при необходимости, передаются на удаленный сервер.

3. Модуль передачи данных на удаленный сервер

Для долгосрочного хранения и визуализации данных разработан модуль интеграции с МССАИ [6]. Модуль реализует асинхронные очереди запросов (по типам измерений) к REST API МССАИ. Передаются данные: температура, виброускорение (мин., средн., макс., СКО), виброскорость (СКЗ), виброперемещение (СКЗ). Отправка осуществляется асинхронными HTTP POST-запросами с таймаутом 500 мс.

Предложенная схема позволяет создать масштабируемое решение для мониторинга состояния промышленного оборудования. Ключевые особенности – мобильность и возможность увеличения количества датчиков. Комплекс обеспечивает непрерывный контроль вибраций и звука, выявление критических отклонений на ранних стадиях, анализ режимов работы оборудования.

Апробация разработанного решения проводится в рамках грантов главы Республики Карелия «Разработка комплекса первичной вибродиагностики» и «Разработка метода виброакустического анализа состояния режущего инструмента для машиностроительных производств».

Библиографический список

1. Romanssini M. A review on vibration monitoring techniques for predictive maintenance of rotating machinery // Eng. 2023. Т. 4. №. 3. С. 1797–1817.
2. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации: Учеб. пособие / А.В. Барков и др. СПб.: СПбМТУ, 2000. С. 158.
3. CNC Vision – система мониторинга станков с ЧПУ. URL: <https://cnc-vision.ru/>
4. BALTECH VP-1000. Стационарная система вибромониторинга. URL: <https://baltech.ru/baltech-vp-1000/>
5. Цифра.Диспетчер – комплекс IT-продуктов. URL: <https://www.zyfra.com/product/dispatcher/>
6. Путролайнен В. В. Модульная аппаратная платформа для разработки устройств промышленного интернета вещей // Science intensive technologies in mechanical engineering. 2021. № 12. С. 20–25.

МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ЗАДАЧИ ВЫРАЩИВАНИЯ КОНТЕЙНЕРИЗИРОВАННЫХ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД

© Новикова Д. А., Рего Г. Э.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

novikovadarya13@gmail.com, regoGr@yandex.ru

В работе описана разработка системы для автоматического обнаружения и удаления лишних побегов хвойных сеянцев и сорных растений в контейнерах с помощью лазерного воздействия. Для решения задачи применяется подход компьютерного зрения на основе сверточных нейронных сетей YOLO11n. Система выполняет детекцию культурных сеянцев и сорняков на изображениях, определяет координаты нежелательных объектов и передает их для последующего удаления лазером.

Ключевые слова: детекция контейнеризированных сеянцев, множественные побеги, сверточные нейронные сети, компьютерное зрение, уничтожение сорняков, обучение с подкреплением.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS FOR GROWING CONTAINERIZED CONFER SEEDLINGS

© Novikova D. A., Rego G. E.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The paper describes the development of a system for the automatic detection and removal of excess shoots of coniferous seedlings and weeds in containers using laser irradiation. A computer vision approach based on YOLO11n convolutional neural networks is used to solve this problem. The system detects cultivated seedlings and weeds in images, determines the coordinates of unwanted objects, and transmits them for subsequent laser removal.

Key words: detection of containerized seedlings, multiple shoots, convolutional neural network, computer vision, weed control, reinforcement learning.

Контейнерное выращивание саженцев хвойных пород деревьев сопряжено с проблемой множественных побегов в одной ячейке, а также с появлением сорняков, которые забирают полезные ресурсы у выращиваемых сеянцев. Для повышения вероятности успешного прорастания в одну ячейку высевает несколько семян, чтобы гарантировать появление хотя бы одного сеянца. Ручное удаление сорняков и лишних саженцев требует значительных временных и трудовых затрат, что ограничивает масштаб производства и увеличивает себестоимость. В связи с этим возникает потребность в автоматизации процесса удаления нежелательных растений с помощью специализированных технических средств.

С научной точки зрения данная задача сводится к детекции объектов на изображении. Необходимо точно определить и отделить на снимках сорняки и сеянцы. После успешного распознавания объектов система должна осуществлять навигацию лазера, перемещая его к нужным координатам. На основе анализа детектированных данных принимается решение о необходимости воздействия лазера для удаления нежелательных растений или сохранения саженцев.

Для решения задачи детекции множественных побегов растений и сорняков был сформирован датасет на экспериментальной базе селекционно-семеноводческого центра «Вилга», расположенного в Республике Карелия. Сбор данных осуществлялся в различные фазы развития растений: в осенний период (7 ноября 2024 г.) и в весенний период (22 апреля 2025 г.). Сбор датасета с сорными растениями производился 7 октября 2025 года. В общей сумме итоговый датасет с хвойными сеянцами включает в себя 858 изображений, где отмечены контейнеры и более 121 сеянец в каждом контейнере. Датасет с сорными растениями содержит в себе 260 размеченных изображений на данный момент. Разметка производилась с помощью онлайн-сервиса Roboflow.

С целью увеличения объема размеченной выборки применялись методы аугментации данных с использованием библиотеки Pillow (модули Image и ImageEnhance) на языке программирования Python [1]. Для пакетной обработки и применения геометрических трансформаций также использовалась платформа Roboflow, допускающей поворот изображений в диапазоне ± 15 .

После подготовки данных было проведено обучение нейронной сети YOLO11n (You Only Look Once) в рамках фреймворка Ultralytics [2]. Выбор данной модели обусловлен её относительно малой вычислительной сложностью и компактностью, что является значимым фактором для развертывания на устройствах с ограниченными ресурсами. Таким образом, на каждом изображении, полученном после обработки нейронной сетью, отмечены сеянцы с контейнерами, разделенными на ячейки. В каждой ячейке выбирается самый крупный сеянец, а остальные требуют удаления по передаваемым координатам центра (x, y).

По итогам обучения было получено некоторое количество моделей нейронных сетей, из которых выбрано две наилучших: для крупных сеянцев и для мелких сеянцев. Модель нейронной сети для крупных сеянцев успешно распознавала растения и достигла точности (precision) 0.8122 и полноты (recall) 0.8334, что являлось наивысшим результатом из полученных после дообучения моделей. Для мелких сеянцев обученная модель показала самый лучший и стабильный результат с точностью (precision) 0.6541 и полнотой (recall) 0.5770, поскольку такой размер сеянцев нейронной сети было распознавать довольно сложно. После распознавания успешно определяется крупнейший сеянец, а координаты мелких готовы к передаче в лазерный прореживатель.

Следует отметить, что задача не ограничивается детекцией и удалением менее развитых сеянцев. Необходимым является также детекция и удаление сорных растений, которые конкурируют с культурными за ресурсы [3]. Лазерная конструкция, которую планируется использовать, может приходить по переданным координатам с некоторой погрешностью, кроме того, лазер может не удалить сорняк с первого раза. Также довольно сложно классифицировать каждый сорняк на фото, поскольку они имеют разный внешний вид: на рисунке 1 крупные листовенные и длинные травянистые растения являются сорняками, тогда как остальные объекты представляют культурные хвойные сеянцы.

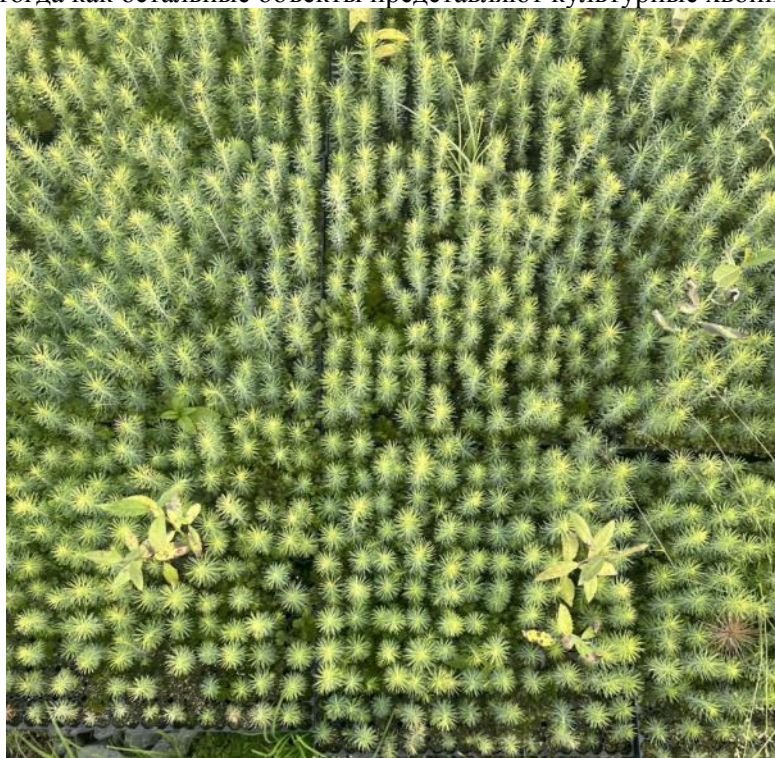


Рис. 1. Изображение контейнеров с саженцами и сорняками

На собранном датасете с сорными растениями было произведено обучение отдельной модели нейронной сети версии YOLO11n. В явном виде из гиперпараметров обучения были заданы: размер батча – 16, размер изображений, подаваемых для обучения нейронной сети – 640 на 640 пикселей, а также количество эпох обучения. Обучение было запущено на двухстах эпохах, но было приостановлено на сто тридцать первой, поскольку улучшение результатов не происходило из-за слишком маленькой выборки изображений. Лучшая из полученных моделей нейронной сети обладала точностью 0.576 и полнотой 0.558 на тридцать первой эпохе обучения. Остальные гиперпараметры не задавались в явном виде, поскольку в библиотеке Ultralytics все параметры заранее описаны в модели нейронной сети, но их также можно поменять. На рисунке 2 представлен результат работы модели

нейронной сети, где все сорняки распознаются с уверенностью, варьируемой от 0.84 до 0.39. На протестированных изображениях ложноположительных срабатываний не наблюдалось.



Рис. 2. Результат детекции сорных растений

В дальнейшем планируется интегрировать обучение с подкреплением (Reinforcement Learning, RL) с использованием полученного расположения объектов, поскольку текущие условия имеют неопределенность в позиционировании сорняков и семян в контейнере. На основе RL будет выполняться удаление лишних побегов и сорняков. Интеграция методов компьютерного зрения и обучения с подкреплением позволит системе учитывать, что именно удалять и формировать оптимальную последовательность действий. Это является критически важным в условиях, когда сорные растения оказывают значительное негативное воздействие на рост саженцев и располагаются в непосредственной близости от них. Предлагаемый подход создает предпосылки для разработки интеллектуальных систем в области лесного хозяйства, способных адаптироваться к различным сценариям пространственного распределения растений и минимизировать необходимость человеческого вмешательства в процесс прореживания сорняков и мелких сеянцев.

Библиографический список

1. DOCS-Python.ru. Библиотека Pillow в Python [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs-python.ru/packages/biblioteka-pillow-python/>
2. Ultralytics. Документация по работе с фреймворком Ultralytics [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.ultralytics.com/ru/>
3. Silva J. A. O., Siqueira V. S., Mesquita M., Vale L. S. R., Marques T. d. N. B., Silva J. L. B., Silva M. V., Lacerda L. N., Oliveira-Júnior J. F., Lima J. L. M. P., Oliveira H. F. E. Deep Learning for Weed Detection and Segmentation in Agricultural Crops Using Images Captured by an Unmanned Aerial Vehicle // Remote Sensing. 2024. Vol. 16. No. 23. Article ID: 4394. DOI: 10.3390/rs16234394. Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2072-4292/16/23/4394>.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МОДЕЛЕЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ К ВИЗУАЛЬНЫМ ИСКАЖЕНИЯМ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧ АКВАКУЛЬТУРЫ

© Павлов М. П., Рогов А. А., Марахтанов А. Г.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

maksim_pavlov_2003@list.ru, rogov@petrsu.ru, marahtanov@yandex.ru

В работе исследуется устойчивость моделей компьютерного зрения к визуальным искажениям, характерным для подводной съёмки в аквакультуре. На примере задачи определения опорных точек радужной форели показано, что обучение с комплексными аугментациями существенно повышает устойчивость модели YOLO-Pose к различным типам шумов. Для интерпретации поведения модели использован метод Grad-CAM, позволяющий выявить изменения внимания при зашумлении изображений.

Ключевые слова: компьютерное зрение, аквакультура, устойчивость моделей, аугментации, Grad-CAM, объяснимый искусственный интеллект.

STUDY OF THE ROBUSTNESS OF COMPUTER VISION MODELS TO VISUAL DISTORTIONS IN AQUACULTURE APPLICATIONS

© Pavlov M. P., Rogov A. A., Marakhtanov A. G.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The study explores the robustness of computer vision models to visual distortions typical for underwater imaging in aquaculture. Using the example of rainbow trout keypoint detection, it is shown that training with comprehensive augmentations significantly improves YOLO-Pose robustness to various types of noise. The Grad-CAM method is applied to interpret model attention changes under image degradation.

Key words: computer vision, aquaculture, model robustness, data augmentation, Grad-CAM, explainable artificial intelligence.

Автоматизированный мониторинг состояния рыб в аквакультуре является важной задачей для повышения эффективности управления рыбоводными хозяйствами. Традиционные методы наблюдения трудоёмки и субъективны, что стимулирует использование компьютерного зрения. Особый интерес представляет задача определения опорных точек, позволяющая оценивать на их нахождение рыбы в пространстве, поведение особей, их морфологические параметры и другие характеристики.

Реальные условия подводной съёмки создают серьёзные сложности для алгоритмов. Изображения радужной форели подвержены различным типам деградации: мутность воды вызывает размытие, пузырьки и частицы взвеси создают импульсные шумы, колебания освещения приводят к цветовым искажениям, а движение камеры – к сдвигам пикселей. Эти факторы снижают точность современных моделей и делают невозможным их применение на практике вне примеров, которые они видели при обучении [1].

В данной работе исследуется устойчивость модели YOLO-Pose к визуальным искажениям изображений радужной форели [2]. Особое внимание уделено влиянию аугментаций при обучении на устойчивость модели, а также интерпретации поведения модели с помощью метода Explainable AI – Grad-CAM [3].

В качестве базовой модели использовалась модифицированная архитектура YOLO-Pose, обученная на изображениях радужной форели с разметкой ограничивающих рамок и ключевых точек (голова, хвост, плавники). Для оценки устойчивости выделены пять типов деградации:

1. Гауссовский шум – имитация электронного шума и мутности воды.
2. Импульсный шум («соль и перец») – артефакты от пузырьков и взвеси.
3. Выпадение пикселей – пропуски из-за водорослей или теней.
4. Сдвиг пикселей – дрожание камеры или ток воды.
5. Цветовые искажения – изменение освещения и глубины.

Качество обнаружения особей радужной форели и опорных точек на ней оценивалось по метрикам mAP@0.5 и нормированной медианной ошибке ключевых точек. Сравнивались две модели: обу-

ченная без аугментаций (только исходные данные) и обученная с комплексными аугментациями (шумы, цветовые искажения и геометрические трансформации).

Результаты показали, что модель, обученная с аугментациями, значительно устойчивее к деградации изображений. Модель с аугментациями сохраняет приемлемую точность даже при сильных искажениях, тогда как модель без аугментаций теряет до 80% точности ($mAP@0.5$ падает до 0.2–0.3). При гауссовом шуме ошибка ключевых точек у модели без аугментаций превышает 170% диагонали прямоугольной области найденной особи радужной форели, что делает предсказания бесполезными и опасными для анализа. Полученные результаты падения точности на зашумленных данных полностью соотносятся с исследованиями [1; 4], в которых проводился схожий анализ для модели YOLO, но без обнаружения опорных точек объектов. Отметим, что на «чистых» изображениях модель без аугментаций показывает чуть более высокую точность ($mAP@0.5 = 0.901$ против 0.885), что иллюстрирует компромисс между точностью и устойчивостью при решении данной задачи устойчивости модели к шуму. Но для реальных условий мониторинга, где шум неизбежен, устойчивость модели, как правило, оказывается важнее точнее.

Для анализа механизмов внимания модели использовался метод Grad-CAM (Gradient-weighted Class Activation Mapping) [2]. Он визуализирует области изображения, наиболее значимые для решения модели. Математически Grad-CAM определяется как

$$M_c = \sum_k \alpha_k^c A^k, \quad (1)$$

где M_c – карта активации для класса c , A^k – активации k -го канала, а веса α_k^c вычисляются по формуле:

$$\alpha_k^c = \frac{1}{Z} \sum_i \sum_j \frac{\partial y_c}{\partial A_{ij}^k}, \quad (2)$$

Визуализации Grad-CAM (рис. 1) показывают, что при гауссовом и импульсном шуме внимание модели смещается и становится менее локализованным. При выпадении пикселей наблюдается наиболее выраженное изменение формы карты внимания, что согласуется с худшими результатами детекции. Сдвиг пикселей оказывает минимальное влияние на внимание модели, что можно объяснить трансляционной инвариантностью сверточных нейронных сетей.

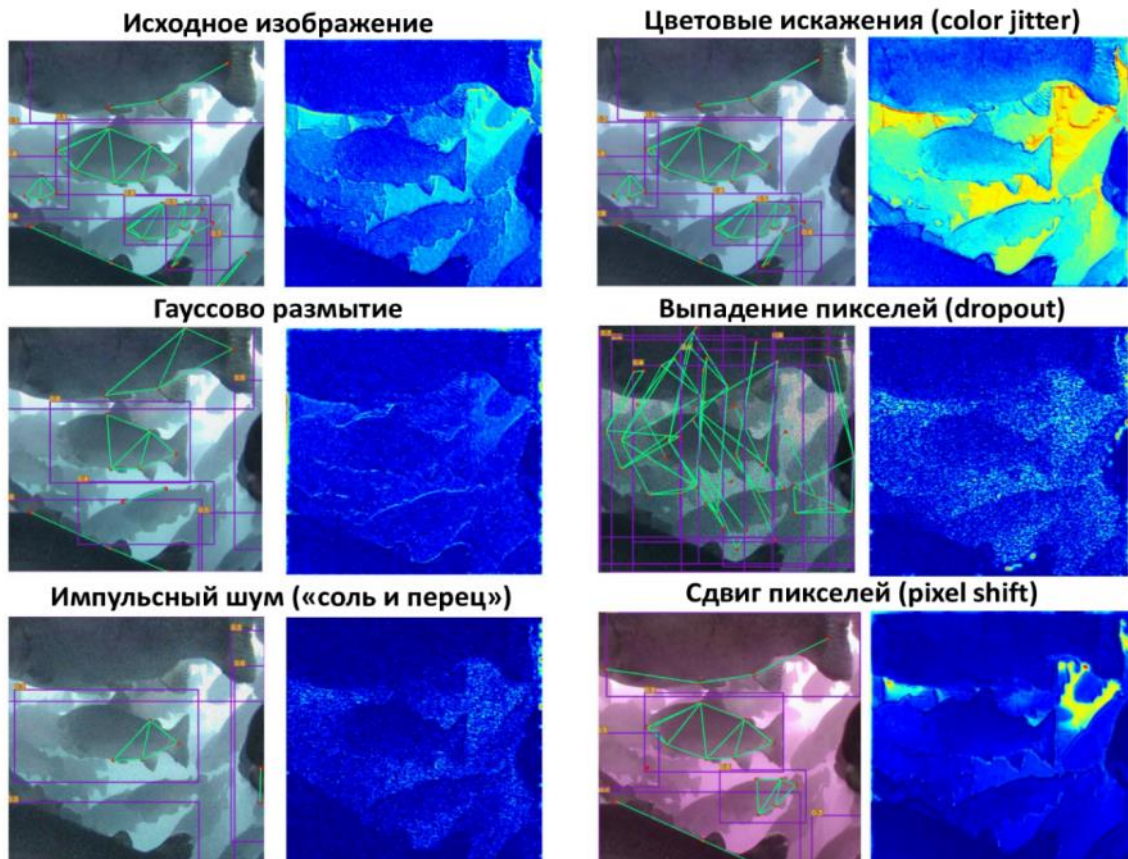


Рис. 1. Визуализация тепловых карт Grad-CAM (справа в каждой паре фото) при различных типах шума (слева в каждой паре – исходное изображение, поданное на вход модели)

Для количественной оценки изменений во внимании модели при шуме использовались следующие метрики:

- смещение центра масс (центроида) тепловой карты слоя активации модели;
- расстояние Дженсена-Шеннона (JS-дивергенция) между тепловой картой слоя активации модели на чистом и зашумленном изображении;
- пересечение значимых областей (перекрытие) тепловой карты слоя активации модели (в процентах).

В таблице 1 представлены результаты сравнения двух моделей при различных типах шума. Анализ Grad-CAM метрик демонстрирует, что модель, обученная без аугментаций, проявляет значительную нестабильность внимания при воздействии шума: наибольшее изменение наблюдается при выпадении пикселей (средняя JS-дивергенция 0.4515), тогда как цветовые искажения оказывают относительно меньшее влияние (средняя JS-дивергенция 0.1968). Перекрытие значимых областей внимания во всех случаях резко снижается (в среднем до 6.3%), что свидетельствует о кардинальном изменении внутренней логики принятия решений моделью под воздействием визуальной деградации. Эти результаты подтверждают необходимость применения аугментаций при обучении для повышения устойчивости системы мониторинга радужной форели в реальных условиях аквакультуры.

Таблица 1

Сравнение модели с аугментациями при обучении и без при различных типах шума

Тип шума	Смещение центроида		JS-дивергенция		Перекрытие	
	среднее $\pm \sigma$	медиана	среднее $\pm \sigma$	медиана	среднее $\pm \sigma$	медиана
Гауссовский шум	0.0428 \pm 0.0773	0.0250	0.3177 \pm 0.1901	0.3166	0.0607 \pm 0.1279	0.0220
Импульсный шум	0.0569 \pm 0.0920	0.0349	0.3845 \pm 0.2045	0.3959	0.0641 \pm 0.1318	0.0254
Выпадение пикселей	0.0731 \pm 0.1092	0.0415	0.4515 \pm 0.2196	0.4795	0.0708 \pm 0.1299	0.0316
Сдвиг пикселей	0.0584 \pm 0.1026	0.0271	0.3299 \pm 0.2220	0.3246	0.0649 \pm 0.1295	0.0226
Цветовые искажения	0.0257 \pm 0.0563	0.0128	0.1968 \pm 0.1528	0.1778	0.0633 \pm 0.1332	0.0198

Проведённый анализ подтвердил ключевую роль стратегий аугментации при обучении в повышении устойчивости моделей компьютерного зрения для подводных систем мониторинга. Применение Grad-CAM позволило визуализировать и количественно оценить изменения в распределении внимания модели при различных типах шума, выявив взаимосвязь между характером деградации изображения и изменением её фокуса. В дальнейшем планируется развитие направления адаптивных аугментаций, параметры которых автоматически подстраиваются под реальные условия съёмки (мутность воды, освещение, глубина и др.), а также интеграция XAI-инструментов (SHAP, LIME и др.) для комплексной интерпретации поведения моделей. Дополнительно рассматривается гипотеза о возможности улучшения устойчивости за счёт адаптивной предобработки: даже при сильном шуме предварительная обработка изображения (усиление резкости, контраста и пр.) может восстанавливать информативные признаки, повышая качество детекции. Ещё одно перспективное направление – разработка универсального энкодера, формирующего инвариантное пространство признаков на входе модели независимо от типа и интенсивности шумов. Такой подход может обеспечить согласование распределений входных данных и повысить общую стабильность работы системы в реальных условиях подводной съёмки.

Библиографический список

1. Nabahirwa E. et al. An Empirical Study on the Robustness of YOLO Models for Underwater Object Detection // arXiv preprint arXiv:2509.17561. 2025.
2. Павлов М. П. Real-Time System for Detection Hidden and Visible Keypoints of Rainbow Trout / М. П. Павлов, В. В. Перминов, А. Г. Мапахтанов // Proceedings of the 2023 International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies» (IT&QM&IS-2023). St. Petersburg, Russia: Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI», 2023. P. 155–159.

3. Чмелев А. А. Методы Explainable AI и их применение в финансовых и управленческих решениях / А. А. Чмелев // *Universum: технические науки*. 2025. № 6-2 (135). С. 25–34.
4. Bakir H., Bakir R. Evaluating the robustness of yolo object detection algorithm in terms of detecting objects in noisy environment // *Journal of Scientific Reports-A*. 2023. № 054. С. 1–25.

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ НАУЧНЫХ ЖУРНАЛОВ КАК СИСТЕМЫ

© Печников А. А.

Институт прикладных математических исследований КарНЦ РАН
Петрозаводск
pechnikov@krc.karelia.ru

В научном сообществе активно обсуждается ситуация с российскими научными журналами, причем часто говорится о том, что национальная сеть научных журналов не рассматривается как единая система. В eLIBRARY.RU содержатся электронные версии более 5 600 российских научно-технических журналов, и представить их как единую систему затруднительно. В докладе предлагается подход к определению понятия модели системы журналов с точки зрения теории систем и приводятся примеры его использования на атомарном уровне модели.

Ключевые слова: научный журнал, научные коммуникации, система научных журналов, цитирование, авторство, ранжирование.

ON THE INTERACTION OF SCIENTIFIC JOURNALS AS A SYSTEM

© Pechnikov A. A.

Institute of Applied Mathematical Research of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences
Petrozavodsk

The situation with Russian scientific journals is actively discussed in the scientific community, and it is often said that the national network of scientific journals is not considered as a single system. In eLibrary.RU contains electronic versions of more than 5,600 Russian scientific and technical journals, and it is difficult to present them as a single system. The report suggests an approach to defining the journal system model from the point of view of systems theory, and provides examples of its use at the atomic level of model.

Key words: scientific journal, scientific communications, scientific journal system, citation, authorship, ranking.

Считается, что первыми научными журналами были «Journal des sçavans» и «Philosophical Transactions of the Royal Society», изданные в 1665 году. На сегодня DeepSeek считает, что в мире можно говорить о 100 000 рецензируемых научных журналах. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU содержит электронные версии более 5 600 российских научно-технических журналов.

Взаимодействие научных журналов – это сложная система, где переплетаются интересы авторов, рецензентов, редакций, издателей, читателей, университетов, научных институтов и фондов.

Проблемы национальной сети научных журналов в России очевидным образом обострились в условиях новой реальности. Можно было бы согласиться с предложением автора [1] о необходимости «...выделить в структуре государственного управления орган управления системой научных журналов и всей сетью научных коммуникаций как целостным объектом, поставив перед ним конкретные задачи». Однако следует отметить, что мы пока довольно плохо себе представляем, что такое «система научных журналов», а значит и управление таким объектом представляется весьма затруднительным.

Представить 5 600 российских журналов как единую систему автору затруднительно. Если же говорить о модели, наверное, для начала следует зафиксировать некоторое множество журналов, например, относящихся к одной тематике, как базовых элементов системы. Тогда модель системы журналов как совокупности элементов, «... находящихся в определенных отношениях друг с другом и со средой» [2], можно представить как три взаимодействующих подсистемы (в некотором смысле снизу вверх), – атомарную, редакционно-издательскую и организационно-инфраструктурную, – и внешнюю среду. Схематично модель системы журналов приводится на рисунке 1.

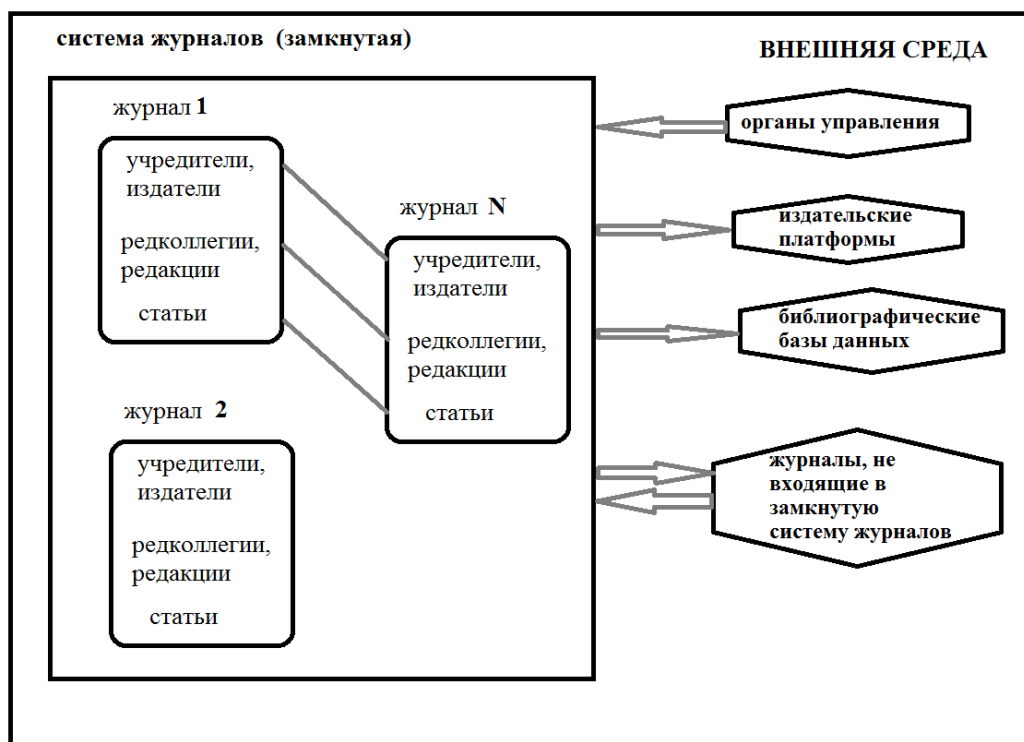


Рис. 1. Модель системы журналов и внешняя среда

В организационно-инфраструктурную подсистему, например, входят учредители и издательства; редакционно-издательская подсистема включает редакции и редколлегии. Атомарный уровень, – это собственно множество журналов, каждый из которых представляет собой множество опубликованных в нем статей. Внешней средой по отношению к системе журналов являются органы управления, профессиональные ассоциации, издательские технологические платформы, библиометрические базы данных (ББД), и, более того, даже все журналы, не входящие во множество элементов-журналов модели.

Приведем примеры отношений между журналами, формируемыми на разных уровнях системы. Два журнала имеют связь, если:

- у них общий учредитель;
- в редколлегиях есть общие члены;
- статьи из одного журнала цитируют статьи из другого журнала.

Отношения с внешней средой на уровне журналов, очевидно, также представляют собой цитирования (т.н. библиографические ссылки). Редакции журналов используют различные издательские платформы, накладывающие, в свою очередь, определенные ограничения. Журналы заинтересованы в сотрудничестве с крупными ББД, поскольку органы управления используют соответствующие рейтинги для принятия управленческих решений, что, в свою очередь, отражается на журналах.

Одна из главных проблем при построении таких моделей даже в весьма ограниченном масштабе заключается в исходных данных. Большинство исследований сегодня базируется на данных ББД, но и здесь исследователи сталкиваются с большими проблемами [3].

На атомарном уровне наиболее изученными и известными уже почти сто лет [4] являются отношения цитирования. Другой подход основан на связях, формируемых на отношениях авторства, когда в качестве основы выступают множества авторов журналов: автор принадлежит множеству авторов журнала, если у него есть публикации в этом журнале, а журналы считаются связанными, если они имеют общих авторов [5]. Собственно говоря, на отношениях цитирования построены современные рейтинги журналов (импакт-факторы, индекс Хирша). Отношения авторства позволяют выявлять тематические сообщества журналов, и, например, несколько иначе посмотреть на традиционные подходы к их ранжированию [5].

В докладе на примерах математических и исторических журналов по данным MathNet.Ru и eLIBRARY.RU, полученным благодаря участию в процессе сбора данных самих разработчиков систем, будет продемонстрирована принципиальная разница двух подходов при ранжировании журналов и

даны попытки объяснения, очевидно требующие расширения экспериментальных исследований на большие массивы реальных данных.

Автор приносит благодарность за предоставленные данные сотрудникам MathNet.Ru и eLIBRARY.RU.

Библиографический список

1. Семенов Е. В. Национальная сеть научных журналов как система: проблемы до и после санкций // Мир России. 2023. Т. 32. № 3. С. 145–166.
2. Берталанфи Л. История и статус общей теории систем // Системные исследования. Ежегодник. 1973. С. 20–37.
3. Гуськов А. Е., Шрайберг Я. Л. Вызовы для развития наукометрических исследований // Научные и технические библиотеки. 2023. № 2. С. 37–58.
4. Gross P. L. K., Gross E. M. College Libraries and Chemical Education // Science. 1927. Vol. 66. Is. 1713. P. 385–389.
5. Печников А. А. Граф журнального пересечения: определение, модификации и содержательный пример // Управление большими системами. 2025. Вып. 114. С. 122–137.

ОБ ИНТЕГРАЦИИ ЗНАНИЙ ПО ОБРАБОТКЕ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА»

© Платонов А. А.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
platonovaa@petrsu.ru

Кратко рассмотрены современные тенденции цифровизации медицины, подчеркнута важность интеграции фундаментальных знаний по обработке биомедицинских данных в подготовку специалистов в области медицинской физики.

Ключевые слова: медицинская физика, биометрия, визуализация медицинской информации, цифровые технологии в образовании.

ON INTEGRATING KNOWLEDGE OF BIOMEDICAL INFORMATION PROCESSING INTO THE TRAINING PROCESS FOR STUDENTS IN THE FIELD OF MEDICAL PHYSICS

© Platonov A. A.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The current trends in the digitalization of medicine are briefly considered, and the importance of integrating fundamental knowledge on biomedical data processing into the training of specialists in the field of medical physics is emphasized.

Key words: medical physics, biometrics, visualization of medical information, digital technologies in education.

В мировой практике все шире применяются цифровые технологии в естественнонаучных исследованиях, в медицине и других областях. Сюда входит оцифровка аналоговых сигналов, использование различных датчиков, компьютерная обработка полученной информации. Цифровизация медицины требует особой специфики подготовки специалистов в области медицинской физики. И тут не обойтись без знакомства студентов, обучающихся по направлению подготовки «Медицинская физика», с принципами получения биомедицинской информации, изучения работы различных датчиков. Это предполагается реализовать, в частности, в рамках дисциплины «Медицинская электроника и измерительные преобразователи». Но полученная с датчиков информация требует дальнейшего анализа. Например,

данные регистрируемые при электрокардиографической диагностике нуждаются в дальнейшей интерпретации. И тут, разумеется, ведущая роль принадлежит врачу. Конечно, в настоящее время уже существуют системы искусственного интеллекта, направленные на помощь медицинским работникам. Они активно развиваются, внедряются в медицинскую практику и способны анализировать информацию в различных областях медицины. Однако, несмотря на существование мощных аналитических систем, необходимым является знакомство будущих медицинских физиков (да и врачей) с некоторыми традиционными алгоритмами обработки и визуализации биомедицинских данных, что позволяет расширить задания лабораторного практикума элементами алгоритмизации и программирования. Например, в электрокардиографии может применяться построение графика Пуанкаре [1].

Классическая ЭКГ, которую снимают в любой поликлинике, – аналоговый сигнал, график зависимости напряжения (биопотенциалов сердца) от времени. Врач-кардиолог визуально оценивает его элементы: зубцы Р, QRS, Т, различные интервалы и сегменты. Этот метод, бесценный по сей день, но имеет ограничения: он субъективен, требует высокой квалификации и может пропускать скрытые, едва заметные глазу аномалии. Кроме того нередко возникает необходимость длительной (до нескольких дней) регистрации данных ЭКГ и их дальнейшего анализа. При цифровой регистрации ЭКГ непрерывная кривая превращается в дискретный набор чисел – последовательность отсчетов с определенной частотой. В учебных целях для этого можно применять, например, модуль для регистрации ЭКГ на базе микросхемы AD8232 [2; 3]. Полученные данные становятся источником для дальнейшей обработки и, как один из вариантов, построения графика Пуанкаре.

График Пуанкаре был разработан французским математиком Анри Пуанкаре в 1890 году. Он нашел применение в медицине, метеорологии, геологии и др. Сущность метода Пуанкаре заключается в построении графического изображения точек, каждая из которых соответствует зависимости двух последовательных R-R интервалов (актуального от предыдущего). Каждая пара интервалов R-R отображается одной точкой на графике. Например, на рисунке 1 представлены два последовательных R-R интервала. Длительность первого составляет 640 мс (93 уд/мин) – откладывается на горизонтальной оси координат. Длительность второго – составляет 640 мс (93 уд/мин) – откладывается на вертикальной оси. Получается точка 1 на графике Пуанкаре (рис. 1). Вторая точка получится, если длительность второго интервала отложить на горизонтальной оси, а длительность третьего интервала (560 мс) – на вертикальной. И так далее, т.е. для получения графика Пуанкаре необходимо среди массива данных ЭКГ выделить точки, соответствующие зубцам R. Это не самая простая задача, так как на регистрируемой ЭКГ всегда присутствуют различные шумы (наводки сети питания, дрейф изолинии, активность мышц тела пациента). Однако существуют алгоритмы их программного устранения и выделения на ЭКГ пиков соответствующих зубцам R. После чего можно определить промежутки времени между этими максимумами, используя данные о частоте дискретизации сигнала ЭКГ. Полученные данные необходимо нанести на координатную плоскость в виде зависимости $RR_{(n+1)}$ от $RR_{(n)}$. Чем продолжительнее мониторинг (суточное мониторирование ЭКГ или холтеровское мониторирование может иметь продолжительность до 7 суток), тем больше точек появляются на графике. В результате образуется, как правило, одно главное облако точек. Форма, размер и положение облака являются основными характеристиками, которые используются для визуального анализа ритма и variability сердечного ритма (BCP).

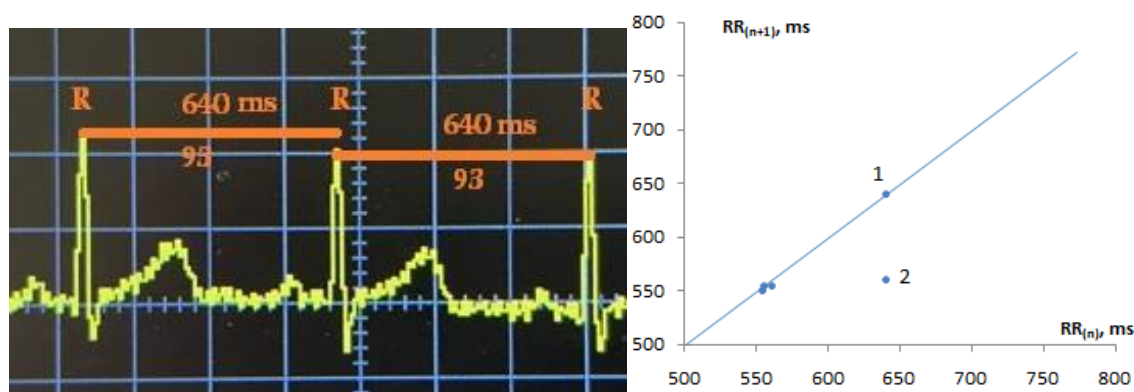


Рис. 1. Пример получения точек на графике Пуанкаре

Помимо классического подхода с использованием графика Пуанкаре, существует ряд других методов, применяемых для детального анализа биомедицинских сигналов. Спектральный анализ – позволяет выявить доминирующие частоты сигнала, которые часто коррелируют с определенными физиологическими процессами организма. Автокорреляционный анализ – используется для оценки регулярности сердечных сокращений, выявления паттернов аритмии. Фрактальный анализ, который применяют для описания степени хаоса или упорядоченности в сигнале, что может служить индикатором заболеваний сердечнососудистой системы.

Для верной интерпретации данных, в том числе графика Пуанкаре врач должен, конечно, обладать высокой квалификацией, например – знать принцип построения графика, как выглядит график человека со здоровым сердцем и чем обусловлены отклонения от нормального графика Пуанкаре. Что выходит за пределы подготовки медицинских физиков, но знакомство их с основными классическими методами обработки медицинских данных, которым относится и график Пуанкаре, представляется необходимым.

Разумеется, подготовка медицинских физиков и медиков должна включать не только изучение классических подходов к анализу биомедицинских сигналов, но и обучение работе с современными инструментами и технологиями. Например, с методами машинного обучения и искусственным интеллектом, применяемыми в анализе медицинских изображений и биоэлектрической активности.

Библиографический список

1. График Пуанкаре. Вся информация ЭКГ одним взглядом [Online]. Available: https://sav-mt.ru/f/btl_grafik_puankare.pdf.
2. AD8232 Single-Lead, Heart Rate Monitor Front End, Data Sheet. 2013. P. 1–28 [Online]. Available: <https://www.micro-semiconductor.com/datasheet/29-AD8232ACPZ-R7.pdf>.
3. Платонов А. А. Использование биометрических датчиков, совместимых с Arduino, в лабораторном практикуме для студентов по направлению подготовки «Медицинская физика». Цифровые технологии в образовании, науке, обществе: материалы XVIII Всероссийской науч.-практ. конф. (Петрозаводск, 3–5 декабря 2024 года) / отв. ред. О. Ю. Насадкина; Мин-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования Петрозав. гос. ун-т. Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2024. С. 123–125. Текст: электронный.

ПРИМЕНЕНИЕ СЦЕНАРИЕВ НЕПРЕРЫВНОЙ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕПОЗИТОРИЯМИ ПРОГРАММНОГО КОДА GITLAB В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

© Пономарев В. А.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

vadim@cs.petrso.ru

Описано использование сценариев непрерывной интеграции в учебном курсе «Системное программирование» для снижения нагрузки на преподавателя, а также для освоения учащимися актуальных технологий, инструментов, практик, применяющихся при современной разработке программного обеспечения.

Ключевые слова: непрерывная интеграция, рецензирование исходного кода.

USAGE OF CONTINUOUS INTEGRATION SCENARIOS OF THE GITLAB SOFTWARE CODE REPOSITORY MANAGEMENT SYSTEM IN THE EDUCATIONAL PROCESS

© Ponomarev V. A.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The article describes how the use of continuous integration scenarios in the educational course «System Programming» reduces the workload on the teacher, as well as allows students to master the relevant technologies, tools and practices used in modern software development.

Key words: continuous integration, code review.

В ходе работы по созданию образовательных программ топ-уровня идет существенная модернизация учебного курса «Системное программирование» второго курса бакалавриата ИМИТ. Она включает в себя два направления:

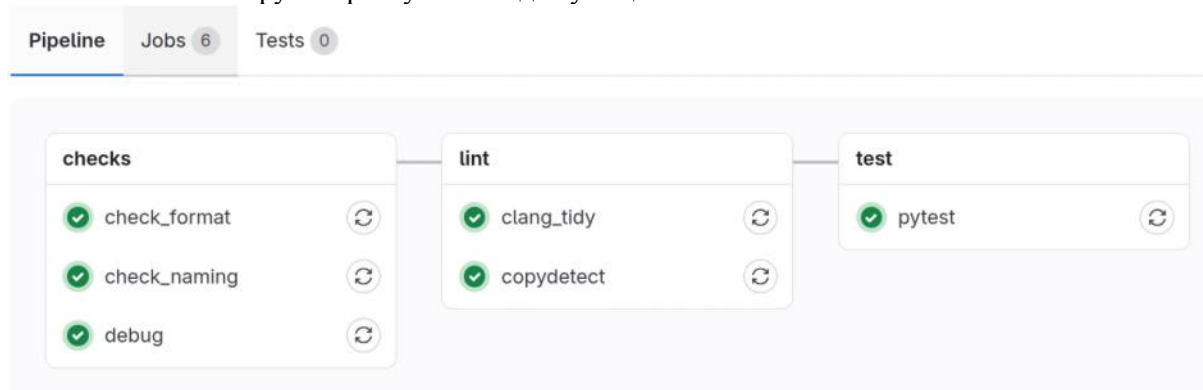
Первое – дать возможность учащимся в безопасной среде освоить стандартные инструменты, практики и процессы, которые применяются при современной разработке программного обеспечения:

- Git: распределенная система контроля версий исходного кода программных проектов;
- GitLab: web-платформа управления проектами и кодом с помощью git;
- CI (Continuous Integration, непрерывная интеграция): методология разработки, предполагающая частую отправку исходного кода разработчиками в общий репозиторий с автоматической проверкой кода на ошибки, соответствие принятым стандартам форматирования;
- автоматизированное тестирование: применение программных инструментов для выполнения тестов для проверки стандартных сценариев использования и обнаружения типовых ошибок;
- Code Review (код-ревью): практика, при которой разработчики проводят взаимное рецензирование исходного кода для улучшения качества программного продукта;
- релиз программного продукта: запланированная функциональность должна быть реализована, пройти все проверки, тестирование и код-ревью до намеченной даты релиза.

Студенты начальных курсов ожидаемо не имеют опыта коммерческой разработки. Использование перечисленных выше инструментов, практик, процессов в лабораторных работах учебного курса дает возможность начать их осваивать в вузе.

Второе направление – снизить нагрузку на преподавателей лабораторных работ, освободив их от выполнения рутинных действий: проверки соответствия форматирования кода принятому стилю, компилируемости кода, полного или частичного копирования кода у одногруппников, начального тестирования представленного кода на соответствие условиям задачи.

Выполнение всех перечисленных выше проверок в сценариях непрерывной интеграции позволяет также обеспечить быструю обратную связь для учащихся.



На момент написания тезисов сценарий непрерывной интеграции состоит из трех этапов:

1. Первичные проверки.
2. Статический анализ кода и проверка на копирование.
3. Выполнение автотестов для отдельных заданий.

После успешного прохождения всех автоматизированных этапов студент может отправить код на проверку преподавателю путем создания «запроса на слияние» (merge request) в системе управления репозиториями программного кода GitLab. В случае обнаружения недочетов преподаватель может вернуть код на доработку студенту с помощью механизма «запроса изменений по итогам рецензирования». Итерации «автотесты-проверка-доработка» повторяются до успешного завершения. Такой процесс имитирует «code review» при разработке программного обеспечения (ПО).

Релизы ПО имитируются с помощью балльно-рейтинговой системы оценивания. Для получения максимального количества баллов учащимся нужно успеть успешно завершить итерации «code review» и защитить программу очно на лабораторном занятии до установленной даты.

Библиографический список

1. «Стартвало обучение преподавателей и руководителей образовательных программ топ-уровня в сфере ИТ» Режим доступа: <https://digital.gov.ru/news-projects/startovalo-obuchenie-prepodavatelej-i-rukovoditelej-obrazovatelnyh-programm-top-urovnya-v-sfere-it>
2. Get started with GitLab CI/CD. Режим доступа: <https://docs.gitlab.com/ci/>

О ФОРМИРОВАНИИ ВЫБОРКИ В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ СГЕНЕРИРОВАННЫХ ТЕКСТОВ (НА ПРИМЕРЕ СТИЛЯ Ф. М. ДОСТОЕВСКОГО)

© Романенко Г. М., Москин Н. Д., Рогов А. А.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

retnug2005@gmail.com, moskin@petrsu.ru, rogov@petrsu.ru

В работе рассматриваются современные возможности искусственного интеллекта по генерации текстов в стиле классических русских писателей, с особым акцентом на Ф. М. Достоевского. Обсуждаются методы глубокого обучения, позволяющие моделям воспроизводить характерные лексические, синтаксические и стилистические особенности авторов. Отдельное внимание уделено проблеме распознавания искусственно сгенерированных текстов, а также методам формирования выборки для исследований, включая сбор и предобработку корпусных данных. Рассматриваются подходы интерпретируемого анализа текстов, в частности деревья решений, позволяющие выявлять ключевые признаки, отличающие стили различных авторов.

Ключевые слова: авторский стиль, формирование выборки, искусственно сгенерированный текст, распознавание, Ф. М. Достоевский.

ON SAMPLE FORMATION IN THE TASK OF RECOGNIZING GENERATED TEXTS (USING THE EXAMPLE OF F. M. DOSTOEVSKY'S STYLE)

© Romanenko G. M., Moskin N. D., Rogov A. A.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The work discusses the modern possibilities of artificial intelligence for generating texts in the style of classical Russian writers, with a special focus on F. M. Dostoevsky. Deep learning methods are discussed that allow models to reproduce the characteristic lexical, syntactic, and stylistic features of the authors. Special attention is paid to the problem of recognizing artificially generated texts, as well as sampling methods for research, including the collection and preprocessing of corpus data. The approaches of interpreted text analysis are considered, in particular decision trees, which make it possible to identify key features that distinguish the styles of different authors.

Key words: author's style, sample formation, artificially generated text, recognition, F. M. Dostoevsky.

Сгенерированные искусственным интеллектом тексты представляют собой новый этап развития технологий обработки естественного языка [1]. Эти тексты создаются алгоритмами машинного обу-

чения, которые способны анализировать огромные объемы данных и создавать контент, имитирующий человеческое письмо.

В настоящее время искусственный интеллект освоил умение имитировать стиль великих писателей прошлого (Ф. М. Достоевский, Л. Н. Толстой, А. П. Чехов, А. С. Пушкин, Н. В. Гоголь, И. С. Тургенев и др.). Современные технологии позволяют создавать тексты, стилистически близкие произведениям русской литературы, удивляя читателей глубиной мысли, выразительностью слога и искусством владения словом.

Разработанные системы обработки естественного языка способны анализировать большие объемы текста, выявлять характерные особенности авторов и воспроизводить аналогичные конструкции. Для достижения максимального сходства используются методы глубокого обучения, такие как трансформеры, способные учитывать контекст каждого слова и предложения. Однако даже самые продвинутые алгоритмы пока не могут полностью заменить уникальность настоящего художественного таланта.

Таким образом, проблема распознавания текстов, созданных с помощью генеративных моделей, на сегодняшний момент является актуальной. Современные системы создают тексты, которые почти неотличимы от текстов, написанных человеком. Они адаптируются к заданному стилю, избегая шаблонных фраз и избыточной повторяемости, что делает их трудными для различения [2]. При генерации текста используются различные параметры. Например, «температура» контролирует степень случайности: низкая «температура» приводит к предсказуемому тексту, а высокая – к более разнообразному, но порой бессвязному.

Встроенные детекторы, такие как «AI Text Classifier» от OpenAI, и специализированные сервисы, такие как Turnitin, GPTZero и Crossplag, пока работают ненадежно. Они часто принимают тексты, написанные человеком, за созданные ИИ, и наоборот. Динамика «гонки» между генераторами и детекторами высока: уже существуют инструменты, такие как Undetectable AI, которые обрабатывают текст, чтобы обойти проверки стиля.

Одним из ключевых направлений исследований является определение авторства и жанровой принадлежности текста. Для этого применяются формальные методы, основанные на теории распознавания образов, математической статистике и нейросетях. В процессе анализа учитываются частотные сочетания слов, длина предложений, а также лексико-фразеологические особенности [3].

Для экспериментов по имитации авторского стиля необходимо тщательно подобрать и сбалансировать выборку текстов. Обычно используются полные собрания сочинений известных писателей, включая романы, рассказы, письма и дневники, которые предварительно очищаются от служебной информации. Например, для произведений Достоевского корпус из 34 текстов объемом около 16 МБ предоставляет значительный объем данных [4].

Объем выборки зависит от конкретных задач. Для обучения больших языковых моделей зачастую достаточно нескольких десятков мегабайт текстовых данных, поскольку они уже предварительно инициализированы на огромных массивах информации. Для классификации стиля, например, для определения авторства или жанра, может потребоваться размеченный набор текстов разных авторов. Корпус искусственно созданных текстов, таких как произведения моделей ChatGPT, GigaChat и других, позволяет сравнить их генеративные возможности. Важно фиксировать параметры генерации, такие как длина текста, «температура» и другие гиперпараметры, для обеспечения воспроизводимости результатов.

Современные нейросети, несмотря на свою эффективность, не обеспечивают прозрачности своих решений, что затрудняет их понимание и интерпретацию. В связи с этим активно развивается направление интерпретируемых моделей для анализа текстового стиля, одним из примеров которых являются деревья решений [5]. Эти модели анализируют такие текстовые признаки, как частота слов, длина предложений, частота пунктуации и другие, позволяя выявить ключевые характеристики, различающие стили текстов.

Деревья решений отличаются высокой точностью и предоставляют однозначные ответы. Каждое разделение в узле дерева представляет собой условие на один из признаков, а листья дерева содержат конечные решения. Это обеспечивает «глобальную интерпретируемость» метода, так как результаты можно визуализировать и проследить путь принятия решений.

В области литературной стилистики деревья решений находят широкое применение. Они легко выявляют частотные и синтаксические параметры, отличающие тексты друг от друга. Например, дерево решений может потребовать, чтобы средняя длина предложения была выше определенного зна-

чения, чтобы авторство приписали конкретному писателю. Такие правила легко понимаются человеком, что выгодно отличает их от непрозрачных нейросетей.

Однако у деревьев решений есть свои ограничения. Они менее эффективны при работе с большим числом коррелированных признаков и могут становиться слишком глубокими. Для повышения точности часто используются ансамблевые методы, такие как случайные леса и градиентный бустинг, а также комбинируются с линейными моделями и правилами.

Библиографический список

1. Айдагулова А. Р. Особенности текстов, сгенерированных искусственным интеллектом // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. 2023. № 4 (72). С. 154–156.
2. Возможно ли все еще отличить сгенерированный текст от написанного человеком? // Хабр [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: <https://habr.com/ru/articles/877442/> (16.11.2025)
3. Батура Т. В. Формальные методы определения авторства текстов // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: информационные технологии. 2012. Т. 10. № 4. С. 81–94.
4. Как дообучить языковую модель писать в стиле Достоевского // Системный блок [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: <https://sysblok.ru/courses/kak-doobuchit-jazykovuju-model-pisat-v-stile-dostoevskogo> (16.11.2025)
5. Шевелев О. Г., Петраков А. В. Классификация текстов с помощью деревьев решений и нейронных сетей прямого распространения // Вестник Томского государственного университета. Серия «Математика. Кибернетика. Информатика». 2006. № 290. С. 300–307.

О ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

© Серов С. С., Корзун Д. Ж.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

serov.serafim2705@yandex.ru

В докладе рассматривается логистическая задача перемещения грузов между складами и производственным оборудованием на закрытой территории предприятия. Уменьшить время на перемещение грузов можно выполнить за счет оптимизации общего плана грузоперевозок предприятия. Оптимизационная модель строится на основе известной VRP-задачи (англ. Vehicle Routes Problem) с дополнительными ограничениями. Для построения плана грузоперевозок предприятия предлагается использовать методы программирования в ограничениях.

Ключевые слова: транспортная логистика, перемещение грузов, маршрутизация движения транспорта, программирование в ограничениях.

ABOUT THE LOGISTICS TASK OF MOVING GOODS WITHIN AN ENTERPRISE

© Serov S. S., Korzun D. J.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The report considers the logistics problem of moving goods between warehouses and production equipment in the closed territory of the enterprise. It is possible to reduce the time for moving goods by optimizing the overall freight transportation plan of the enterprise. The optimization model is based on the well-known VRP problem (Vehicle Routing Problem) with additional constraints. It is proposed to use constraint programming methods to create the freight transportation plan of the enterprise.

Key words: transport logistics, cargo movement, vehicle routes problem, constraint programming.

Рассматривается логистическая задача перемещения грузов на закрытой территории предприятия. Такая задача возникает в производственном процессе изготовления изделия, когда надо переместить груз (сырье, материалы) от склада к месту обработки (к станку). Задержки в перемещении приводят к

простою оборудования, увеличивается время изготовления изделия, снижается производительность предприятия (объем выпускаемой продукции за единицу времени).

Уменьшить время на перемещение грузов можно за счет оптимизации общего плана грузоперевозок предприятия. План грузоперевозок составляется с учетом технических характеристик имеющихся транспортных средств (скорость, перевозимый вес). В рассматриваемом случае требуется минимизировать общие временные затраты и реализовать все заявки на перемещение грузов в указанный срок. Предлагается такую задачу оптимизации рассматривать как модификацию известной VRP-задачи (англ. Vehicle Routes Problem) с дополнительными ограничениями.

Примеры таких модификаций рассмотрены в [1]. В таблице 1 выделены основные ограничения для учета в общем плане грузоперевозок предприятия. Для каждого ограничения представлена модификация VRP-задачи, которая может быть включена в оптимизационную модель плана.

Таблица 1

Требования		
Описание	Модификации VRP-задачи	Необходимость
Введение временных окон	VRP with Time Windows	Контроль своевременности доставки
Разнородный автопарк	Capacitated VRP, Heterogeneous VRP	Различие в максимальной скорости и перевозимом весе каждого ТС
Несколько видов груза	Multi-Commodity VRP	Потребность каждого цеха в различных материалах и ресурсах
Возможность доставки на один склад разными ТС (пересечение маршрутов)	Split Delivery VRP	Крупные объемы перевозок и сжатые сроки доставки

На основе представленных ограничений строится математическая модель оптимизации плана грузоперевозок. В качестве критерия оптимизации используется суммарное время работы каждого ТС:

$$F = \min \sum_i \sum_j \sum_k x_{ijk} t_{ijk} \quad \#(1)$$

$$\sum_i x_{ijk} = \sum_i x_{jik}, \forall i, j \in N, \forall k \in K \quad \#(2)$$

$$e_i \leq A_{ik} \leq l_i, \forall i \in N, k \in K \quad \#(3)$$

$$\sum_k q_k \leq Q_k, \forall k \in K \quad \#(4)$$

$$\sum_j \sum_r \sum_k q_{jrk} = D_{rj}, \forall j \in N, r \in R, k \in K \quad \#(5)$$

Целевая функция (1) минимизирует суммарное время работы ТС. Ограничение (2) требует возврата ТС в депо. Ограничение (3) вводит временной интервал для доставки, где A_{ik} – время прибытия ТС k в узел i , e_i – левая граница интервала для склада i , l_i – правая граница интервала. Ограничение (4) позволяет учесть грузоподъемность ТС: q_k – количество груза перевозимого ТС k , Q_k – грузоподъемность ТС k . Ограничение (5) требуется для удовлетворения спроса: D_{rj} – потребность цеха j в грузе вида r , q_{jrk} – количество груза r , перевозимого ТС k в цех j .

Для решения VRP-задачи с критерием (1) и ограничениями вида (2)–(5) предлагается использовать методы программирования в ограничениях [2].

Подход программирования в ограничениях заключается в итеративном сужении области допустимых решений путем исключения комбинаций, которые не удовлетворяют ограничениям задачи на ранних этапах, с последующим перебором оставшихся решений, например, методом ветвей и границ.

Известно, что для задач с большим количеством жестких ограничений методы программирования в ограничениях часто демонстрируют лучшие результаты по сравнению с методами линейного про-

граммирования. Полученное допустимое решение можно использовать как начальное для последующей оптимизации с помощью метаэвристик при большой размерности задачи (более 100), когда точное решение не находится за приемлемое время.

Поддержка исследований: Результаты исследования используются в ПетрГУ для модернизации образовательных программ топ-уровня в сфере информационных технологий.

Библиографический список

1. Чернышев, Ю. О. Обзор динамических задач маршрутизации транспорта / Ю. О. Чернышев, В. Н. Кубил // Программные продукты и системы. 2020. № 3. С. 491–501.
2. Шестаков А. В. Решение задач маршрутизации транспортных средств в рамках парадигмы программирования в ограничениях / А. В. Шестаков, А. А. Зуенко // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. 2024. Т. 15. № 3. С. 61–68. DOI: 10.37614/2949.1215.2024.15.3.005

МОДУЛЬ ГЕНЕРАЦИИ QR-КОДОВ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТА В СИСТЕМЕ IQ.KARELIA.RU

© Соловьев А. В.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

avsolov@petrsu.ru

В работе представлен модуль генерации QR-кодов для системы онлайн-тестирования iq.karelia.ru. Модуль решает задачу оперативного подтверждения факта прохождения теста без необходимости авторизации преподавателя в системе. Для каждой попытки прохождения генерируется уникальная публичная страница с результатами, содержащая QR-код со ссылкой на себя. Описаны принципы работы модуля, обеспечиваемые им удобства и вопросы безопасности при использовании QR-кодов.

Ключевые слова: система онлайн-тестирования, QR-код, автоматизация учебного процесса, веб-разработка.

QR CODE GENERATION MODULE FOR TEST RESULTS IN THE IQ.KARELIA.RU SYSTEM

© Soloviev A. V.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

This paper presents a QR code generation module for the iq.karelia.ru online testing system. The module addresses the task of promptly confirming that a test has been completed without requiring the instructor to log into the system. For each test attempt, a unique public results page is generated, which contains a QR code linking to itself. The paper describes the module's operating principles, the conveniences it provides, and security considerations related to the use of QR codes.

Key words: online testing system, QR code, educational process automation, web development.

Система онлайн-тестирования знаний iq.karelia.ru, разработанная в Петрозаводском государственном университете в 2002 году, предназначена для текущего контроля знаний обучающихся по различным дисциплинам и представляет собой конструктор тестов [1; 2]. Хотя система предоставляет широкий спектр средств статистики, возникла необходимость в инструменте для быстрого подтверждения факта прохождения студентом теста.

Типичный сценарий: студент решает тест для самоконтроля, который является необходимым этапом в освоении какого-либо материала. Чтобы получить доступ к следующему этапу, студент должен сообщить преподавателю о факте и результате прохождения теста (такого-то числа, в такое-то время он выполнил такой-то тест на столько-то баллов). Преподавателю же приходится авторизовываться в системе для проверки этого факта в журнале результатов.

С другой стороны, просто факт решения теста не является конфиденциальным. На стартовой странице системы тестирования отображается небольшое количество последних завершённых тестов. Расширенная же навигация по истории прохождения тестов доступна только в авторизованном состоянии. Таким образом, задача разработки модуля системы, который бы генерировал страницу с уникальным статическим адресом с фактом о прохождении теста тем или иным студентом, представляется актуальной. Решение этой задачи и стало целью данной работы.

В результате был разработан и интегрирован в ядро системы модуль, реализующий следующие возможности [3].

Для каждого факта выполнения теста в системе генерируется уникальный статический URL. Это позволяет прокси-серверам и CDN («промежуточным системам» в терминологии HTTP) кэшировать содержимое страницы. Такой адрес не является «прозрачным», то есть легко угадываемым для целей перебора всех результатов. Поэтому страница с фактом прохождения может быть доступна без авторизации в системе. Уникальность адреса обеспечивается использованием в параметрах адреса хэша идентификатора попытки, времени прохождения и «соли».

Сведения, отображаемые на такой странице, не являются конфиденциальными или критическими для безопасности – это дата и время прохождения теста; название теста; выбранное пользователем для публичного отображения имя; пометка, если тестирование было контрольным; набранный пользователем балл; затраченное на выполнение теста время.

Для удобства передачи ссылки на странице отображается QR-код, содержащий её собственный адрес. Использование QR-кода (ГОСТ Р ИСО/МЭК 18004-2015) обусловлено широким распространением этой технологии для кодирования машиночитаемой информации [4].

Преподавателю, однако, следует иметь в виду, что QR-код, как и любой инструмент удобства, может быть использован злоумышленниками [4]. После сканирования кода, но перед переходом по ссылке, необходимо убедиться, что URL ведёт на домен системы тестирования – <https://iq.karelia.ru>.

Описанный модуль разработан на языке PHP версии 7.4 и для генерации QR-кода использует свободное программное обеспечение (библиотеку `phpqrcode`). Интеграция этого модуля в систему позволяет преподавателю сократить временные затраты и снизить административную нагрузку, а

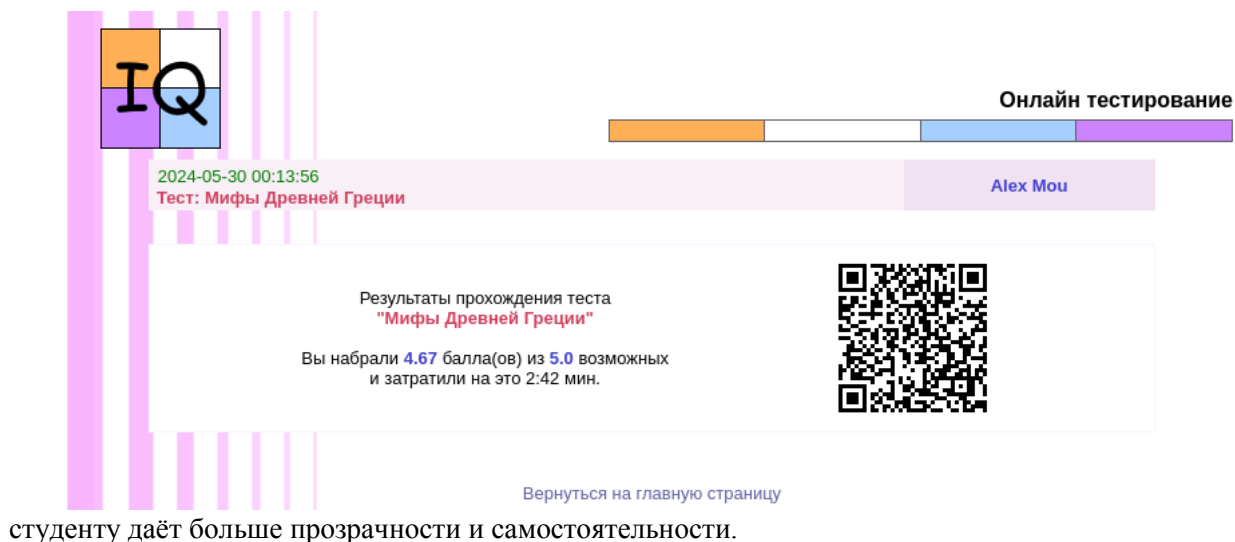


Рис. 1. Пример страницы с фактом решения теста. QR-код кодирует адрес страницы:
<https://iq.karelia.ru/1.result/b00857ce5b8a2fdb41658b024cd06e97/m+hLv4P1ETRgDG9vo6USqulCVLW4sFTco60I>

Библиографический список

1. Мощевикин А. П., Соловьев А. В. Система on-line тестирования iq.karelia.ru // IT-инновации в образовании: Материалы всерос. научно-практ. конф. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. С. 171–175.
2. Соловьев А. В., Мощевикин А. П. Использование системы онлайн-тестирования знаний iq.karelia.ru для разработки контрольно-измерительных материалов по различным дисциплинам // Материалы IX всерос. научно-практ. конф. «Научно-образовательная информационная среда XXI века». Петрозаводск, 2015. С.168–171. Режим доступа: <http://it2015.petrstu.ru/publication.php>.

3. Модуль генерации QR-кодов результатов теста в системе iq.karelia.ru: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / А. В. Соловьев ; правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет». № 2025691062 ; заявл. 27.10.2025 ; опубл. 12.11.2025.
4. Литвиненко Б. В., Новичков Д. Е. Применение QR-кода в различных сферах жизни // Научный аспект. 2022. Т. 3. № 6. С. 352–361.

К ВОПРОСУ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СПРАВОЧНЫМИ ДАННЫМИ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

© Строкин К. О.

АО «Концерн «НПО «Аврора»

Санкт-Петербург

strokinn@yandex.ru

Исходя из обозначенных технических предпосылок, в докладе автор рассматривает подход к внедрению централизованного управления справочными данными в процессах проектирования и конструкторской подготовки производства. Автором представлены стратегии внедрения управления справочными данными, приведен анализ номенклатуры используемых на предприятии справочников проектной деятельности, определена целевая концепция единой системы управления справочными данными.

Ключевые слова: проектирование, конструирование, справочные данные, информационные технологии, цифровизация.

ON THE ISSUE OF CENTRALIZED MANAGEMENT OF REFERENCE DATA IN PROJECT ACTIVITIES

© Strokin K. O.

JSC Concern NPO Aurora

Saint-Petersburg

Based on the identified technical prerequisites, the author considers an approach to the implementation of centralized management of reference data in the design and engineering preparation of production processes. The author presents strategies for implementing reference data management, provides an analysis of the nomenclature of project activity reference data used at the enterprise, and defines the target concept of a unified reference data management system.

Key words: design, construction, reference data, information technology, digitalization.

Введение

Развиваясь, крупные промышленные предприятия такие, как АО «Концерн «НПО «Аврора» (далее – Общество), как правило, внедряют большое количество информационных систем (ИС), позволяющих автоматизировать деятельность различных прикладных направлений: от проектной деятельности до послегарантийного обслуживания выпускаемой продукции. Системы развиваются и копят данные независимо друг от друга до тех пор, пока в компании не появляется потребность в выстраивании сквозных бизнес-процессов, требующих интеграции прикладных программных инструментов.

Среди множества корпоративных данных есть специфическая категория, которая отличается от оперативных данных, – справочные данные. По разным оценкам, на них приходится около 15% от общего объема корпоративных данных.

В отечественной практике для определения такого типа данных используют термин нормативно-справочная информация (НСИ).

Цель внедрения подхода централизованного управления справочными данными.

Ключевыми индикаторами необходимости внедрения в компании подходов централизованного управления справочными данными, как правило являются: неполнота, некорректность, неактуаль-

ность и дублирование используемых данных; потребность в интеграции ИС для создания сквозных бизнес-процессов; улучшение качества автоматизированного формирования корпоративной отчетности; необходимость снижения издержек на содержание комплекса хранилищ справочных данных.

Обобщив предпосылки, цель внедрения системы централизованного управления справочными данными может быть сформулирована как – обеспечение единства методологии ведения и представления справочных данных, используемых в корпоративных ИС. Следствием реализации данной цели является повышение качества выполнения автоматизированных корпоративных бизнес-процессов.

Стратегии внедрения систем управления справочными данными

Наличие единого информационного пространства является одним из важнейших факторов развития для современного производственного предприятия. При этом, существенное совершенствование автоматизации производственных процессов может быть достигнуто за счет интеграции в едином пространстве источников справочных данных для ИС различной функциональности [1].

Наиболее очевидный способ обеспечения связи между справочными данными в различных приложениях – построение всех систем на базе единой НСИ. Однако, на практике задача взаимоувязки справочных данных в различных функциональных ИС достаточно сложна. Основная программная задача построения единой системы НСИ, помимо организации хранения и управления, сводится к обеспечению информационного обмена данными с функциональными системами. Существенная проблема обеспечения информационного обмена заключается в различиях между интерфейсами и моделями данных в используемых функциональных системах.

В области построения корпоративных систем управления НСИ существует обширный спектр стратегий и методов. На рынке представлено большое количество готовых программных продуктов отечественных компаний. Однако, на сегодняшний день внедрение таких систем не является типовой, проработанной задачей, поскольку организации, особенно крупные, имеют большое количество индивидуальных черт.

Согласно своду знаний по управлению данными [2] в современной практике существуют две принципиально разные стратегии внедрения в деятельность компании систем управления справочными данными: сверху-вниз и итеративная стратегия. Стратегия сверху-вниз подразумевает следующую последовательность действий: создание стратегической концепции управления справочными данными для организации, формирование требований к программному решению, доработка и внедрение существующего на рынке программного инструментария, выполнение необходимых административно-организационных работ, эксплуатация и сопровождение программного продукта. Итеративная стратегия подразумевает внедрение системы для решения конкретной задачи с дальнейшим наращиванием функционала и/или реализации функций управления для других сегментов данных организации. Для достижения успешного внедрения системы управления НСИ необходимым условием является соответствие выбранной стратегии и концепции внедрения инноваций в организации. По первой стратегии внедрение инноваций происходит на основе некоторой передовой технологии, которая должна решить различные, в том числе и не известные на данный момент проблемы организации. Драйвером внедрения инноваций по второй стратегии является сама организация, точнее, определенные ее задачи.

По мнению автора данной работы в настоящее время итеративная стратегия является приоритетной для внедрения подходов централизованного управления справочными данными в Обществе.

Анализ номенклатуры справочников в проектной деятельности

Все производственные процессы Общества, рассмотренные в рамках анализа, так или иначе нацелены на выпуск и согласование различной документации, и в целом имеют высокий уровень автоматизации. Подавляющее большинство средств автоматизации используют внутренние или внешние хранилища справочных данных. Общее количество объектов информационной инфраструктуры, содержащих такие данные и являющихся при этом объектами администрирования, превышает 150 единиц.

Для выпуска документации в рамках проектной деятельности в Обществе используется большое количество ИС, САПР и справочных БД. Используется покупное ПО отечественного и зарубежного производства. Однако, существенное, если не критическое, влияние для проектирования имеют системы собственной разработки. При этом, вследствие использования большого количества разнородного ПО, в Обществе наблюдается низкий уровень интеграции и наследования справочных данных. В целом, сложившаяся в настоящее время картина информационного пространства проектной деятельности отражает естественный результат роста автоматизации отдельных операций процессов проектирования и конструкторской подготовки, проходившего на протяжении прошедшего десятилетия.

На рисунке 1 представлено информационное пространство проектной деятельности Общества в разрезе используемых ИС. Слева – основные инструменты разработки схемной документации, справа – системы, применяемые для конструкторской подготовки. По центру – номенклатура БД, электронных справочников и библиотек, задействованных в разной степени в процессах проектирования. Красным цветом выделены ИС иностранного производства, используемые для корректировки ранее выпущенной КД, техническая поддержка которых (в том числе по интеграционным возможностям) не доступна на территории России. Представленная на рисунке 1 номенклатура справочников включает 36 объектов информационной инфраструктуры (ОИТ) Общества, из которых 24 являются администрируемыми ОИТ.

Совокупность справочников имеет в своем составе как ненагруженные, так и высоконагруженные системы, обрабатывающие десятки тысяч обращений пользователей в год. Менее 20% от общей совокупности представленных справочников имеют интеграцию на уровне данных, что подтверждает низкий уровень наследования справочной информации. Однако более 90% номенклатуры интегрировано с различными программными инструментами, используемыми при автоматизированном выполнении операций проектирования, что подтверждает высокий уровень локальной автоматизации бизнес-процессов. Администрирование представленной номенклатуры выполняется децентрализованно – различными подразделениями Общества.

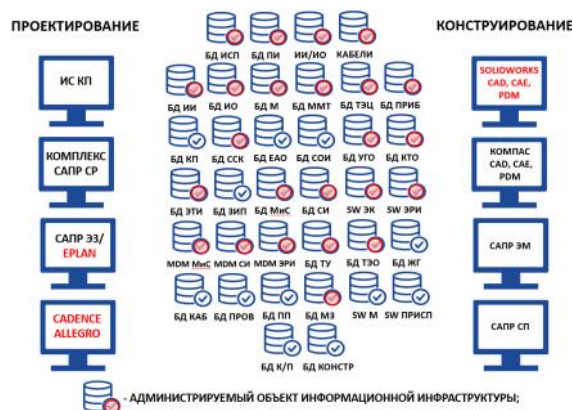


Рис. 1. Справочные данные в проектной деятельности Общества

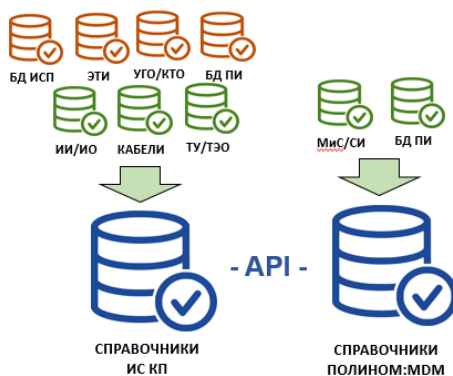


Рис. 2. Концепция единой системы управления справочными данными (MDM)

Разработка и внедрение единой системы управления справочной информацией.

Выполнение работ по централизации управления НСИ соответствует утвержденным направлениям развития информационных технологий, отраженным в Основах научно-технической политики Общества, а также соотносится с административной задачей, стоящей перед Обществом в среднесрочной перспективе по переходу на преимущественное использование отечественного ПО, включая ПО собственной разработки.

Концепция единой системы управления НСИ представлена на рисунке 2. Основная идея заключается в консолидации (объединении и нормализации) данных и разделении доступа к справочникам по типам ИС: системы собственной разработки Общества и покупные системы.

В ходе выполнения плановых работ центра информационных технологий Общества библиотеки для комплекса САПР собственной разработки последовательно включаются в состав программной платформы ИС коллективного проектирования «Аврора ИС КП», а для покупных САПР (это графические редакторы разработки конструкторской документации) управление требуемыми библиотеками осуществляется в отечественной системе «ПОЛИНОМ:MDM». В настоящее время в состав справочников «Аврора ИС КП» и «ПОЛИНОМ:MDM» включены библиотеки, отмеченные на рисунке 2 зеленым цветом. Данные справочников нормализованы. Между двумя компонентами новой справочной системы реализована программная интеграция посредством открытого API интерфейса в «ПОЛИНОМ:MDM».

Управление изменениями справочных данных осуществляется с помощью штатных интерфейсов и программных механизмов системы «ПОЛИНОМ:MDM», а также разработанного функционала управления заявками в «Аврора ИС КП».

Заключение

Итеративное развитие и внедрение представленной системы путем последовательного включения в нее нормализованных данных из устаревших справочников проектной деятельности позволит обеспечить: повышение качества используемой информации; снижение затрат на ведение справочной информации; обеспечение интеграции процессов проектирования и конструкторской подготовки; обеспечение автоматизированного формирования отчетных форм по различным классификационным признакам.

Создавая и внедряя представленную систему, Общество продолжает развивать направление использования систем собственной разработки в интеграции с отечественным промышленным ПО, что в настоящее время является общим вектором развития ИТ для крупных государственных производственных компаний.

Библиографический список

1. Калабин В.В. Управление основными данными как одна из задач интеграции корпоративных систем управления / В.В. Калабин // Бизнес-информатика. 2017. № 1. С. 19–28.
2. DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge, 2017.

БУДУЩЕЕ ВЕРИФИКАЦИИ ПРОГРАММ: КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ МЕНЯЕТ ПОДХОДЫ К ТЕСТИРОВАНИЮ И ОТЛАДКЕ

© Сытник А. А., Шульга Т. Э., Галкин А. А.

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.

Саратов

as@sstu.ru, taiss@yandex.ru, galkinsstu@mail.ru

Данный доклад описывает, как искусственный интеллект меняет подходы к тестированию и отладке. В докладе были рассмотрены проблемы традиционного тестирования, технологии искусственного интеллекта для оптимизации процессов, а также проанализированы применения информационных технологий в практике.

Ключевые слова: машинное обучение, отладка, проблемы, верификация, искусственный интеллект.

THE FUTURE OF SOFTWARE VERIFICATION: HOW ARTIFICIAL INTELLIGENCE IS CHANGING APPROACHES TO TESTING AND DEBUGGING

© Sytnik A. A., Shulga T. E., Galkin A. A.

Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin

Saratov

This report describes how artificial intelligence is changing approaches to testing and debugging. The report examined the challenges of traditional testing, AI technologies for process optimization, and analyzed the practical application of information technology.

Key words: machine learning, debugging, problems, verification, artificial intelligence.

Современные приложения становятся всё сложнее и требуют высоконадежных методов проверки и исправления ошибок. Традиционное тестирование включает создание набора тестов вручную, выполнение их вручную или автоматически, а также ручной процесс анализа результатов. Однако с ростом числа пользователей и требований к качеству программного обеспечение становится настолько большим и сложным, что традиционные подходы начинают давать сбои.

Основные проблемы традиционного тестирования:

1. Высокие затраты на разработку и поддержку тестов.
2. Ограниченная способность покрытия всех возможных сценариев использования программы.
3. Длительность процесса выявления дефектов и их устранения.

Данные проблемы привели к появлению новых технологий и инструментов, использующих возможности машинного обучения и глубокого анализа данных.

Стоит рассмотреть технологии искусственного интеллекта для оптимизации процессов тестирования подобных проблем.

1. Автоматическая генерация тестов.

Алгоритмы машинного обучения способны создавать тесты на основе анализа поведения программы и обнаружения потенциальных уязвимых мест.

В качестве примера, хотелось бы сказать, про нейронные сети, которые могут анализировать код и предсказывать возможные пути выполнения программы, создавая сценарии для автоматизированных тестов.

2. Анализ метрик производительности.

Машинное обучение помогает выявлять аномалии в работе системы путем сравнения текущих показателей с историческими данными.

Примером служит использование алгоритмов кластеризации для идентификации паттернов производительности и предсказания проблемных зон.

3. Предсказательная диагностика неисправностей.

Искусственный интеллект способен обнаруживать скрытые дефекты и рекомендовать способы их устранения.

Примером служит глубокое обучение, которое используется для моделирования вероятностных связей между изменениями в коде и возникновением багов.

Применение информационных технологий в практике.

Рассмотрим конкретные технологии и инструменты, используемые для улучшения процесса тестирования и отладки:

1. Автоматизированные системы тестирования.

Robot Framework, Selenium, TestComplete и подобные инструменты интегрируются с алгоритмами ИИ для повышения точности и эффективности автоматического тестирования.

2. Инструменты динамического анализа.

Использование ИИ-технологий в системах мониторинга производительности, таких как AppDynamics, Dynatrace. Эти инструменты строят прогнозы на основе исторических данных и сигнализируют о потенциальной деградации сервиса задолго до возникновения критичных ситуаций.

3. Интеллектуальные решения для отладки.

Такие продукты, как IntelliJ IDEA, Visual Studio Code, используют встроенный AI-помощник для ускорения процесса локализации и исправления ошибок.

В результате проведенного исследования можно сделать выводы, что применение искусственного интеллекта в процессах тестирования и отладки открывает новые горизонты для разработчиков программного обеспечения. Современные инструменты, поддерживающие машинное обучение, обеспечивают значительное повышение продуктивности команд и улучшение качества конечного продукта.

Библиографический список

1. Сытник А. А., Шульга Т. Э., Данилов Н. А. Онтология предметной области «Удобство использования программного обеспечения» // Труды института системного программирования РАН. Т. 30. № 2. 2018. С.195–214.
2. Сытник А. А., Шульга Т. Э., Данилов Н. А., Гвоздюк И. В. Математическая модель активности пользователей программного обеспечения // Научно-исследовательский институт «Центр программистов», журнал «Программные продукты и системы». Т. 31. № 1. 2018. С. 79–84.

ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ВЫСОТ НА ОСНОВЕ РАСТРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ КАРТЫ ПО СПОРТИВНОМУ ОРИЕНТИРОВАНИЮ

© Теппоева П. А.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

teppoeva@gmail.com

В работе представлен алгоритм автоматической генерации рельефа на основе растрового изображения карты по спортивному ориентированию. Алгоритм состоит из четырех этапов: предобработки изображения, классификации пикселей с помощью нейронной сети, построения графа для определения высот и финальной интерполяции для создания карты высот. Полученное изображение карты высот может быть использовано для создания 3D-модели рельефа.

Ключевые слова: спортивное ориентирование, генерация рельефа, нейронная сеть, растровое изображение, карта высот, ациклический ориентированный граф, сегментация, генеративно-состязательные сети, симулятор.

BUILDING A HEIGHT MAP BASED ON A BITMAP OF AN ORIENTEERING MAP

© Teppoeva P. A.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The paper presents an algorithm for automatic terrain generation based on a raster image of an orienteering map. The algorithm consists of four stages: image preprocessing, pixel classification using a neural network, graph construction to determine heights, and final interpolation to create a height map. The resulting elevation map image can be used to create a 3D terrain model.

Key words: orienteering, terrain generation, neural network, bitmap, elevation map, acyclic oriented graph, segmentation, generative-adversarial networks, simulator.

Спортивное ориентирование требует от спортсмена высоких навыков пространственного мышления, быстрого анализа карты и выбора оптимального маршрута. Совершенствование этих навыков напрямую зависит от проведения тренировок на разнообразной местности, что подразумевает выезд в разные регионы страны или мира. Организация таких выездов сопряжена со значительными финансовыми затратами. Одним из вариантов решения данной проблемы является виртуальное ориентирование, использование игр-симуляторов. Однако создание детализированных и географически достоверных виртуальных полигонов традиционными методами трудоемко. В данной работе представляется алгоритм автоматической генерации рельефа для симулятора спортивного ориентирования на основе растрового изображения реальной карты.

Алгоритм состоит из четырех последовательных этапов. На первом этапе производится предобработка растрового изображения карты. Предобработка заключается в приведении изображения к целевому размеру и применении двустороннего фильтра для устранения артефактов сканирования и печати.

На втором этапе предобработанное изображение подается на вход обученной нейронной сети. Нейронная сеть присваивает каждому пикселю 1 из 15 классов. Каждый класс имеет уникальный цвет. На данном этапе можно использовать либо сегментационные, либо генеративно-состязательные сети. В случае сегментационных сетей необходимо дополнительно разработать алгоритм, который должен выполнить две важные задачи. Первая задача заключается в продлении незамкнутых горизонталей до ближайших верхних основных горизонталей. Вторая задача заключается в проставлении бергштрихов для всех горизонталей, которые намеренно не проставляются для облегчения чтения карты. Либо можно обучить генеративно-состязательные сети, которые сразу смогут выполнить эти две задачи. Изображение, получающееся в результате второго этапа, представлено на рисунке 2.

На третьем этапе временно не учитываются пиксели, не относящиеся к одному из классов: фон (белый), основная горизонталь (красный и оранжевый), вспомогательная горизонталь (розовый), бергштрих основной горизонтали (синий и лазурный), бергштрих вспомогательной горизонтали (голубой). На втором этапе эти пиксели не нужны, они учитываются на заключительном этапе.

На основе изображения, полученного на втором этапе, строится ациклический ориентированный граф (рис. 1). Вершинами такого графа являются белые области. Вершины соединяются ребрами, если белые области находятся по соседству. Каждому ребру присваивается метка цвета (красный, розовый или оранжевый) в зависимости от цвета линии, по которой граничат области. Направление ребра зависит от того, какой области принадлежит бергштрих. Если бергштрих принадлежит области А, то ребро будет иметь направление из А в Б.

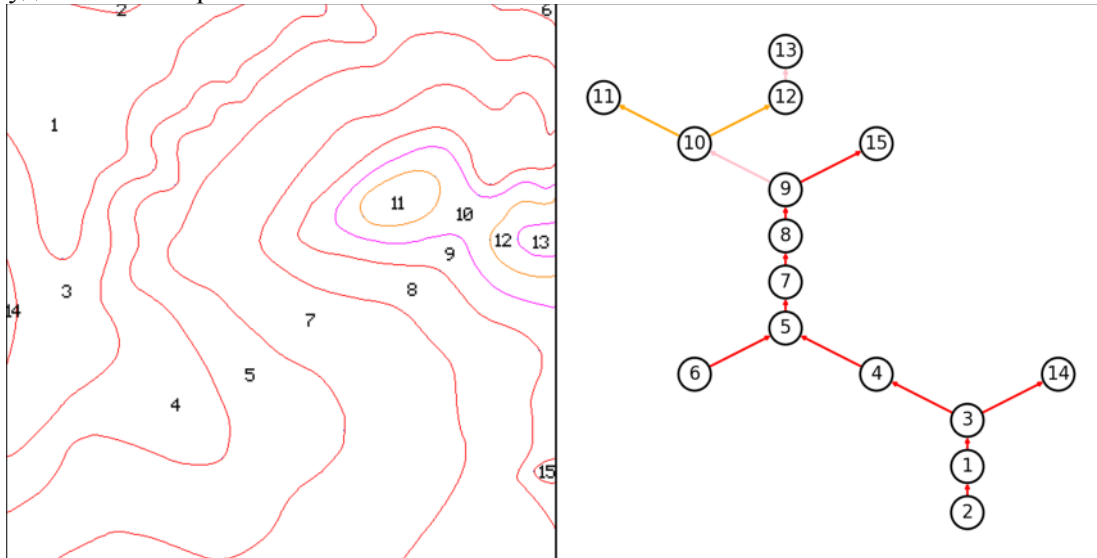


Рис. 1. Пример графа, построенного на третьем этапе

В графе находится вершина, соответствующая критериям: отсутствие у нее входящих ребер и путь из нее является максимальным по суммарному весу. Данная вершина соответствует самой низкой области местности. Ей присваивается стартовая высота, например 0. Далее обходится весь граф и для каждой вершины находится ее высота. Если переход из одной вершины в другую был осуществлен по ребру с меткой цвета «красный», то ее высота изменится на заданную величину шага (step), иначе на половину заданной величины шага. Например, если вершине А присвоена высота n и из вершины А есть ребро, направленное в вершину Б, то для вершины Б высота будет равна $n + \text{step}$ или $n + \text{step}/2$, в зависимости от цвета ребра. Если ребро было направлено наоборот, то есть из Б в А, то высота для Б будет равна $n - \text{step}$ или $n - \text{step}/2$, также в зависимости от цвета ребра.

После определения высот для всех вершин для соответствующих им белых областей строится скелет с использованием алгоритма Zhang-Suen. Скелетом является утонченное до одного пикселя представление исходной формы, которое сохраняет её топологию и ключевые геометрические характеристики. Для всех пикселей скелета присваивается оттенок серого. Данный оттенок характеризует значение высоты в данной точке. Он получается за счет дублирования значения высоты для данной области по трем цветовым каналам.

Далее для всех пикселей, относящихся к классам основных и вспомогательных горизонталей определяется, с какими белыми областями они граничат. Если пиксель граничит только с одной областью, то его оттенок серого будет получен на основе значения высоты данной области. Если пиксель граничит с двумя областями, то находится среднее арифметическое между двумя значениями высот для данных областей. Полученное значение должно быть целым. На его основе также присваивается оттенок серого пикселю. Если пиксель граничит более чем с двумя областями, то он пропускается, то есть будет иметь белый цвет. Ожидаемый результат третьего этапа представлен на рисунке 2.

На четвертом этапе используется линейная интерполяция для получения оттенка серого для всех пикселей белого цвета. Также для всех неучтенных ранее пикселей определяется соответствующий его положению оттенок серого. Данное значение увеличивается или уменьшается в зависимости от его принадлежности к определенному классу. Например, для воронок и микроям оно будет уменьшено, а для земляных валов и микробугорков – увеличено. В результате получается изображение карты высот (рисунок 2), которое можно использовать для генерации рельефа, например, в интегрированной среде разработки игр Godot, Unity или Unreal Engine. На полученном изображении более темные оттенки соответствуют понижениям рельефа, а более светлые – его возвышенностям.

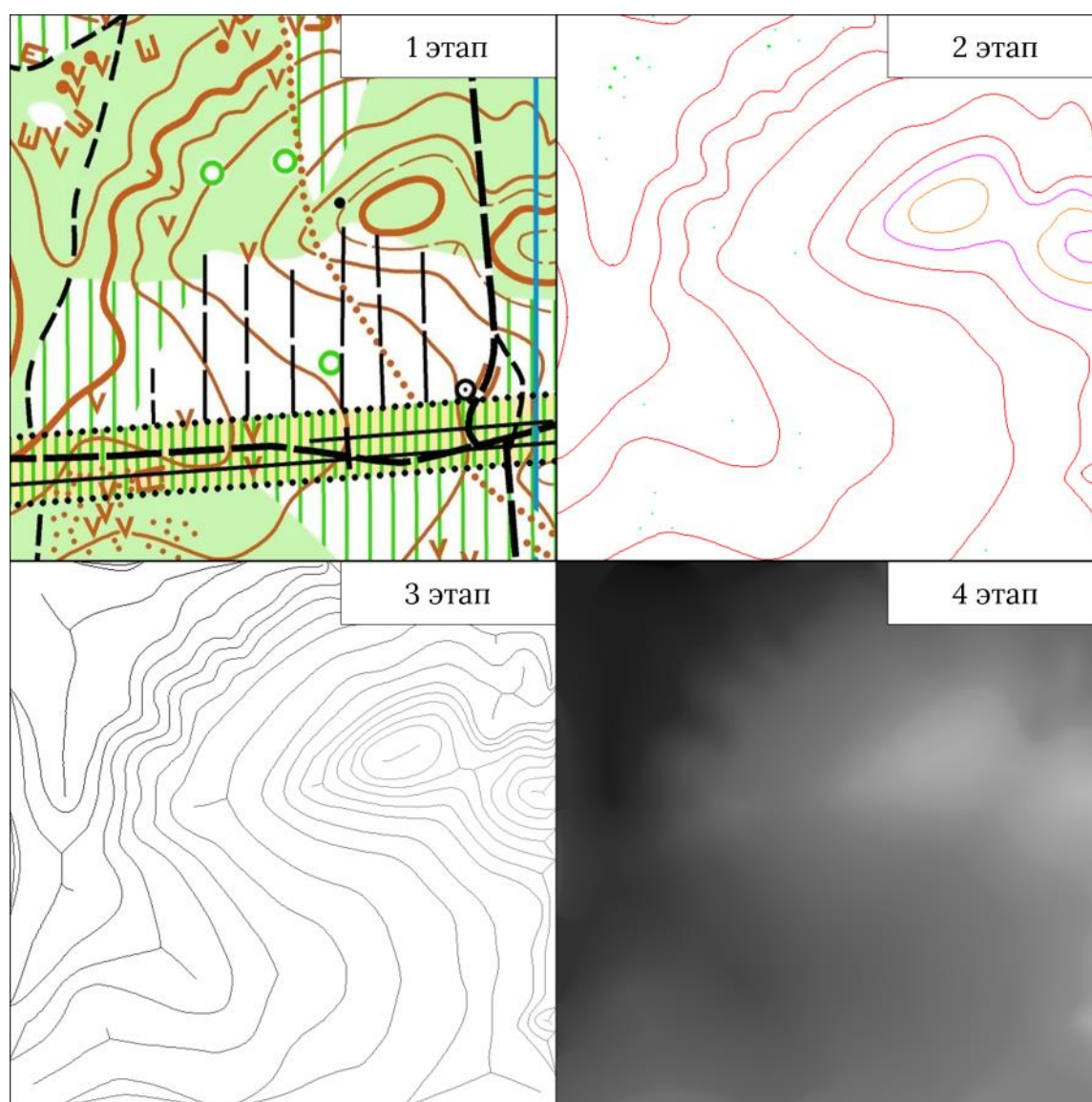


Рис. 2. Примеры результатов каждого этапа

В рамках данной работы был разработан и системно описан алгоритм автоматической генерации рельефа, призванный преодолеть ограничение в развитии виртуального спортивного ориентирования – высокую ресурсоемкость создания детализированных полигонов.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ

© Тетелева Е. М.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
teteleva@petrsu.ru

Цифровые технологии являются неотъемлемой частью современной жизни. Задача преподавателя помочь студентам сформировать необходимые компетентности для использования цифровых технологий в профессиональной деятельности. В статье представлен опыт использования цифровых технологий в процессе обучения будущих учителей физики.

Ключевые слова: цифровые технологии, цифровые компетентности, будущие учителя физики.

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF LEARNING FUTURE PHYSICS TEACHERS

© Teteleva E. M.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

Digital technologies are an integral part of modern life. The teacher's goal is to help students develop the necessary competencies to use digital technologies in their professional activities. The article presents the experience of using digital technologies in the process of learning future Physics teachers.

Key words: digital technologies, digital competencies, future Physics teachers.

Современные тенденции развития экономики и общества достаточно сложно учесть при линейной структуре образовательного процесса, поэтому в настоящий момент в высших учебных заведениях начинают использовать структуру нелинейного образовательного процесса. Нелинейный процесс обладает такими характеристиками как неограниченность информационных ресурсов, изменение пространственно-временных связей, развитие самостоятельности студентов [1]. Переход к нелинейной структуре образовательного процесса невозможен без использования цифровых технологий. Они являются и источником неисчерпаемой информации, и меняют пространственно-временные связи, и позволяют развивать самостоятельность студентов. Роль цифровых технологий в современном мире колоссальна – они проникли во все сферы жизни человека. Современный человек – «сетевая личность», для которой является потребностью удовлетворить свои гносеологические и коммуникативные нужды на пике интереса [2]. Таким образом, использование цифровых технологий в образовательном процессе отвечает не только актуальным направлениям в образовании, но и соответствует потребностям современного человека.

Для грамотного и безопасного использования цифровых технологий в повседневной жизни и профессиональной сфере, необходимо, чтобы человек обладал цифровыми компетентностями. Цифровые компетентности определяются учеными по-разному, для определенности воспользуемся формулировкой предложенной О. В. Приходько «цифровая компетентность – это владение методами поиска, структурирования, систематизирования и критической оценки информации при помощи цифровых технологий и глобальной сети Интернет для решения практических, образовательных и профессиональных задач» [3]. Одна из задач преподавателя высшей школы развивать цифровую компетентность студентов для решения профессиональных задач. Цифровые технологии очень разнообразны по своим свойствам и способам применения. Существует большое количество различных цифровых ресурсов, которые можно использовать в процессе обучения. Ряд авторов предлагает использовать ресурсы повседневного общения – мессенджеры, блоги, онлайн-конференции и т.д. [4]. Другие предлагают включать в процесс обучения специальные платформы типа Moodle [5]. Некоторые используют целые виртуальные миры [6]. Каждый из перечисленных ресурсов обладает своими достоинствами и недостатками, формирует те или иные навыки.

Рассмотрим включение цифровых технологий в процесс обучения будущих учителей физики в рамках изучения курса Общая физика. Один из первых и наиболее важных навыков, которые необходимо сформировать у студентов – это критический анализ источников информации. Здесь надо обратить внимание на два фактора – безопасность и достоверность источника. Для формирования этого навыка в процессе обучения можно использовать, например, доклады на практических занятиях, ответы на контрольные вопросы во время лабораторных работ, вопросы для самостоятельного изучения на лекциях и др. Важным является и формирование у студента навыка делового общения в цифровой среде, умения сформулировать и грамотно оформить свои мысли. Это возможно организовать через различные ресурсы – электронную почту или мессенджеры. Необходимым навыком для современного учителя является также и создание динамических презентаций, видеороликов, различных графических материалов и пр. Для этого допустимо использовать доклады на практических занятиях и лекциях, творческие задания, выступление на конференциях. Перечисленные навыки относятся к цифровой компетентности будущего специалиста практически по любой специальности.

Однако, для будущего учителя физики есть дополнительные цифровые ресурсы, среди них, например, различные приложения для смартфонов позволяющие измерять физические величины. При помощи секундомера можно измерять время. Есть приложения позволяющие измерять расстояния до объектов, линейные размеры и углы. Из более специфических можно назвать приложения для

определения уровня громкости, освещенности, температуры, влажности, скорости, магнитной индукции и другие. Безусловно, сложно заменить настоящий измерительный прибор смартфоном, но некоторые приложения работают весьма стабильно и справляются с поставленными задачами. На занятиях у студентов есть возможность поработать с различными приложениями при выполнении, например, творческих заданий, когда студенту необходимо произвести те или иные измерения на открытом воздухе. Таким образом, студенты формируют навык использования цифровых ресурсов, специфических для будущей профессиональной деятельности.

Цифровые технологии – неотъемлемая часть жизни современного человека. Задача преподавателя – помочь студентам приобрести необходимые компетентности для их дальнейшей профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. Писарева С. А., Тряпицына А. П. Методологические аспекты перехода к новой организации образовательного процесса // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Акмеология образования. Психология развития. 2020. Т. 9. № 3 (35). С. 281–288.
2. Ахayan А. А. Сетевая личность как педагогическое понятие: приглашение к размышлению // Письма в Эмиссия. Оффлайн: электронное научное издание. 2017. № 8. URL: <http://www.emissia.org/offline/2017/2560.htm>.
3. Приходько О. В. Особенности формирования цифровой компетентности студентов вуза / О. В. Приходько // АНИ: педагогика и психология. 2020. № 1 (30). С. 235–238.
4. Федотова В. С. Диверсификация научного творчества студентов в виртуальной среде // Высшее образование в России. 2017. № 2. С. 110–117.
5. Голошумова Г. С., Чернова О. Е. Возможности использования электронной образовательной платформы Moodle в образовательном процессе вуза // Филологический класс. 2017. № 3 (49). С. 52–58.
6. Teteleva E. M. 3D Virtual pedagogical studio [Электронный ресурс] / A. A. Akhayan, E. M. Teteleva // Proceedings of ICERI 2019. Spain, 2019. С. 4221–4225.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

© Тихомиров А. А., Величко А. А.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

tihomirov@petsu.ru

Статья посвящена исследованию проблемы определения местоположения однофазного короткого замыкания на землю в распределительных электрических сетях с изолированной нейтралью. Рассматриваются существующие методы обнаружения повреждений и описаны ограничения каждого из этих подходов. Предлагается новый подход, основанный на применении нейронных сетей для анализа данных, полученных от мониторинга электрических параметров сети для определения места повреждения. Приводится информационная модель системы, предназначенной для автоматического распознавания места повреждения на основе анализа напряжения нулевой последовательности и линейных токов.

Ключевые слова: определение места повреждения, информационные системы, электрические сети.

INFORMATION SYSTEM FOR LOCATING DAMAGE IN ELECTRICAL NETWORKS WITH ISOLATED NEUTRAL

© Tikhomirov A. A., Velichko A. A.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The article is devoted to the study of the problem of determining the location of a single-phase short-circuit to ground in distribution electrical networks with isolated neutral. Existing methods for detecting damage are considered, and the limitations of each of these approaches are described. A new approach based on the use of neural networks for analyzing data obtained from monitoring the electrical parameters of the network to determine the location of the damage is proposed. An information model of a system designed for automatic recognition of the location of the damage based on the analysis of the zero-sequence voltage and line currents is presented.

Key words: damage location, information systems, electrical networks.

Распределительные сети являются самыми протяженными среди всех электрических сетей. Анализ состояния и основных причин повреждения сельских электрических сетей проведен в [1]. Существенным фактором, влияющим на показатели надежности электроснабжения, является величина времени необходимого для выявления места повреждения в распределительной электрической сети. Волновой метод является основным для определения места повреждения в электрической сети, основанный на измерении времени распространения волны по электрической сети до места повреждения. Кроме этого широко получил распространение способ оценки расстояния до места повреждения на основе аварийных осциллограмм [2–3].

При определении места повреждения по аварийным осциллограммам осуществляется оценка величины реактивного сопротивления линии, которая служит параметром, по которому в случае односторонних измерений с помощью блока микропроцессорной релейной защиты можно оценить расстояние до аварийного участка линии. Такой подход возможен при определении трехфазных и двухфазных коротких замыканий, а также однофазных на землю в режиме глухозаземленной нейтрали или с использованием низкоомного сопротивления. Задача разработки простого метода определения места однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью по аварийным осциллограммам аварийных событий остается актуальной.

Использование волновых методов для определения места однофазного замыкания на землю ограничено в сетях с изолированной нейтралью затруднено в связи с ограниченной экономической обоснованностью применения. Отдельным направлением развития систем определения места повреждений, в том числе однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью является использование квадрокоптеров [4]. Облет линии электропередачи с видео или фото фиксацией позволяет в большинстве случаев определить причину повреждения, а также место. Применение метода ограничено погодными условиями и требует времени для определения места повреждения.

В случае однофазного замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью возникает переходный процесс, связанный с разрядкой емкости поврежденной фазы линии на землю и зарядкой емкости оставшихся неповрежденных фаз на увеличившееся относительно земли напряжение. Стандартным подходом описания такого процесса является представление токов и напряжений в виде суммы установившихся и вынужденных или переходных значений. При таком подходе токи установившегося режима могут быть описаны в терминах реактивного сопротивления, в тоже время описание вынужденных составляющих токов и напряжений затруднительно с помощью введения сопротивления как коэффициента пропорциональности между током и напряжением на участке сети.

Установившиеся значения токов и напряжений при однофазном замыкании на землю мало пригодны для определения места повреждения в связи относительно малыми значениями емкостных токов.

Напряжение нулевой последовательности в электрической сети может представлено как сумма фазных значений напряжений.

$$3\bar{U}_0 = \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C$$

В нормальном режиме работы электрической сети напряжение нулевой последовательности можно приблизительно считать равным нулю. В случае возникновения однофазного замыкания на землю

появляется напряжение нулевой последовательности, величина которого определяется сопротивлением замыкания на землю. Выражение для нулевой последовательности можно записать в мгновенных значениях

$$3U_0(t) = U_A(t) + U_B(t) + U_C(t)$$

Характер изменения гармонических составляющих при возникновении однофазного замыкания на землю дает, вместе с линейными значениями токов в электрической сети набор входных параметров информационной системы.

Получаемая входная информация сложно описывается с помощью традиционного подхода, который заключается в составлении дифференциальных уравнений, описывающих схему замещения линии электропередачи. Вместе с этим существует возможность составления массива данных о возникающих токах в линии электропередачи при разных местах повреждений на основе симуляционных данных. Это позволит обучить и использовать нейронную сеть для оценки места повреждения в линии электропередачи на основе входной информации о текущих параметрах электрической сети.

На рисунке 1 представлена информационная модель системы для определения места повреждения в сетях с изолированной нейтралью.

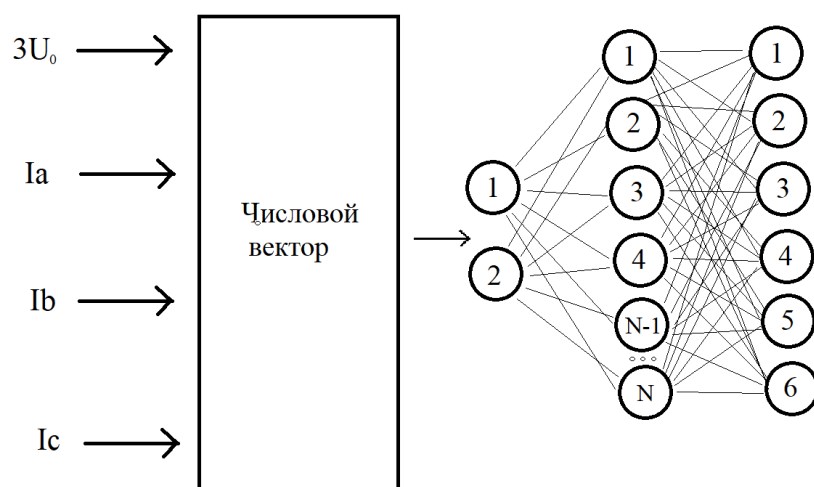


Рис. 1 Информационная модель системы для определения места повреждения в сети с изолированной нейтралью

Входные значения напряжений нулевой последовательности и линейных токов преобразуются в числовой вектор, значения которого обрабатываются нейронной сетью с оценкой места повреждения по полученным данным.

Разработанная информационная модель может использоваться для определения места повреждения в электрической сети с изолированной нейтралью на основе одностороннего наблюдения.

Библиографический список

1. Черкасова Н. и др. Анализ состояния сельских электрических сетей 10 кВ в свете мониторинга отказов // Ползуновский вестник. 2012. № 4. С. 49–54.
2. Солдатов В. А., Полонский В. А. Определение места повреждения в электрических сетях 35 кВ по уравнениям относительно токов // Актуальные проблемы энергетики АПК. 2019. С. 198–201.
3. Аржанников Е. А. Методы и приборы определения мест повреждения на линиях электропередачи [Текст] / Е. А. Аржанников, А. М. Чухин. М.: НТФ «Энергопресс», 1998. 87 с.
4. Михайлов Д. Н. и др. Применение квадрокоптеров при эксплуатации электрических сетей // Студенческое научное общество: научные достижения: материалы студенческой конференции. 2023. С. 76.

ФОРМИРОВАНИЕ ПАТЕНТНОЙ КУЛЬТУРЫ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ: КОНЦЕПЦИЯ, МЕТОДЫ, ПРАКТИКИ

© Учеваткина Н. В.^{1,2}, Иванов М. Н.¹, Егоркина Е. Б.¹

¹Московский международный университет, ²«НМИЦ ТПМ» Минздрава России

Москва

uchevatkina@yandex.ru

В современном мире, движимом инновациями и интеллектуальной собственностью, формирование патентной культуры становится неотъемлемым элементом высшего образования. Данная статья раскрывает универсальную концепцию патентной культуры, актуальную как для будущих инженеров и ученых, так и для гуманитариев. Рассматриваются адаптированные методы и практики интеграции патентных знаний в учебный процесс, направленные на развитие навыков поиска, анализа и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, результаты интеллектуальной деятельности, образование, естественно-научные направления, гуманитарные направления.

FORMATION OF PATENT CULTURE AMONG STUDENTS IN NATURAL SCIENCES AND HUMANITIES: CONCEPT, METHODS, AND PRACTICES

© Uchevatkina N. V., Ivanov M. N., Egorkina E. B.

Moscow international university, «NMIC TPM» of the Russian Ministry of Health

Moscow

In today's world driven by innovation and intellectual property, the formation of a patent culture has become an integral part of higher education. This article explores the universal concept of patent culture, which is relevant for both future engineers and scientists and humanities students. It presents adapted methods and practices for integrating patent knowledge into the educational process, focusing on developing skills in searching, analyzing, and commercializing the results of intellectual activity.

Key words: intellectual property, results of intellectual activity, education, natural sciences, humanities.

Патент – это не просто охранный документ, а мощный инструмент стратегического развития, концентратор знаний и индикатор технологических трендов. Традиционно работа с патентами считалась прерогативой технических специальностей. Однако в эпоху цифровой экономики, креативных индустрий и правового регулирования информационного пространства понимание основ интеллектуальной собственности необходимо и гуманитариям [1].

Патентная культура – это система знаний, компетенций и установок, позволяющая осознанно работать с объектами интеллектуальной собственности (ИС) от их создания и правовой охраны до коммерциализации. Ее формирование у обучающихся является критически важной задачей для формирования кадрового потенциала инновационной экономики и правового общества в целом.

Концепция патентной культуры: от технического изобретательства к гуманитарному осмыслению должна быть междисциплинарной и многоуровневой. Ее ядро составляют три базовых компонента:

Первый представляет собой когнитивный компонент (знания). Для естественно-научных направлений (ЕН): понимание критериев патентоспособности (новизна, изобретательский уровень, промышленная применимость), видов патентных документов (патент на изобретение, полезную модель, промышленный образец), структуры патента (формула, описание, реферат), международных патентных систем (РСТ). Для гуманитарных направлений (ГН): понимание сущности авторского права, товарных знаков, географических указаний, ноу-хау. Осознание роли ИС в креативных индустриях (дизайн, музыка, литература, программное обеспечение), медиаправе и защите культурного наследия.

Второй включает в себя деятельностный компонент (умения и навыки). Для ЕН – это навыки патентного поиска в специализированных базах данных (ФИПС, USPTO, EPO, Patentscope), анализа патентной информации на предмет технических решений и «свободного» искусства, составления патентных формул, оформления заявки на изобретение. Для ГН – это навыки поиска и анализа зарегистрированных товарных знаков, оценки правовых рисков при использовании контента, основ состав-

ления лицензионных договоров и договоров отчуждения прав, защиты от недобросовестной конкуренции.

Третьим является ценностно-мотивационный компонент (установки). Общий для всех направлений: воспитание уважения к чужой интеллектуальной собственности. Формирование понимания, что ИС – это актив, который можно оценивать и капитализировать. Развитие инновационного и предпринимательского мышления, где патент выступает не финальной целью, а инструментом для выхода на рынок.

Таким образом, концепция предполагает не просто передачу знаний, а формирование целостного мировоззрения, в котором интеллектуальная деятельность неразрывно связана с ее правовой охраной и экономической реализацией.

Методы обучения должны быть практико-ориентированными и интегрированными в основную образовательную программу. Например, они могут включать в себя проектно-ориентированное обучение, кейс-стадии, игровые методы и симуляции, приглашение экспертов [2].

Проектно-ориентированное обучение для ЕН может иметь следующий вид: студенты выполняют курсовые или дипломные проекты, результатом которых является не только техническое решение, но и оформленная заявка на изобретение или полезную модель (либо полноценный патентный поиск и технико-экономическое обоснование патентоспособности). В тоже время, для ГН интересным может быть разработка бизнес-модели для стартапа в креативной индустрии с регистрацией товарного знака; создание медиапродукта (подкаст, видеоролик) с полным юридическим оформлением прав на используемый контент; написание сценария с последующей регистрацией авторских прав.

Кейс-стадии (разбор конкретных ситуаций). Для ЕН может быть важен анализ громких патентных войн (например, Apple vs Samsung, Tesla и политика открытых патентов), разбор патентов-предшественников для известных технологий, изучение кейсов успешной коммерциализации университетских патентов. Для ГН – разбор судебных споров о нарушении авторских прав в дизайне или литературе, анализ успешных брендов и их портфолио товарных знаков, кейсы по защите культурного наследия (например, наименования мест происхождения товаров).

Игровые методы и симуляции, включающие в себя проведение ролевых игр, имитирующих заседание Палаты по патентным спорам или судебный процесс о нарушении прав ИС. Организация внутренних конкурсов и хакатонов, где одним из критериев оценки является проработанность вопросов охраны и коммерциализации ИС.

Приглашение экспертов на которых проводятся лекции и мастер-классы от патентных поверенных, успешных изобретателей, представителей креативных индустрий, которые на реальных примерах показывают ценность патентной культуры.

Практика интеграции в образовательный процесс может базироваться на реализации концепции требует системного подхода на уровне вуза.

Практика 1. Сквозной модуль «Основы интеллектуальной собственности».

Данный модуль должен быть обязательным для студентов всех направлений подготовки на 1–2-м курсе. В рамках модуля:

- ЕН и ГН (общая часть): изучаются базовые понятия системы ИС, ее роль в экономике и обществе, основы правового регулирования;
- ЕН (вариативная часть): углубленно изучается патентное право, проводится практикум по патентному поиску;
- ГН (вариативная часть): углубленно изучается авторское право и средства индивидуализации, рассматриваются аспекты правового оформления проектов в креативных сферах.

Практика 2. Интеграция в профильные дисциплины. В технических вузах преподаватели специальных дисциплин («Материаловедение», «Биотехнологии», «Электроника») включают в лекции блоки о ключевых патентах в данной области, дают задания на поиск аналогов для своих курсовых проектов.

В гуманитарных вузах в курсы «Маркетинг», «Реклама», «Журналистика», «Дизайн» включаются модули о правовых аспектах создания и использования контента, брендинге и защите товарных знаков.

Практика 3. Создание студенческих центров интеллектуальной собственности. На базе такого центра студенты-юристы, технологи и гуманитарии могут работать вместе над реальными проектами: консультирование студентов и сотрудников вуза по вопросам оформления заявок, помощь в проведении предварительного патентного поиска, организация мероприятий для популяризации темы ИС.

Практика 4. Сотрудничество с государственными институтами. Активное взаимодействие с Роспатентом, Федеральным институтом промышленной собственности (ФИПС), ВОИС (Всемирная организация интеллектуальной собственности) для проведения лекций, вебинаров и предоставления студентам доступа к профессиональным ресурсам.

Таким образом, формирование патентной культуры у обучающихся – это стратегическая инвестиция в будущее. Для студентов естественно-научных направлений это прямой путь к повышению конкурентоспособности их разработок и успешной коммерциализации. Для гуманитариев – это основа правовой и предпринимательской грамотности в современном цифровом мире, где идеи являются главным капиталом.

Предложенная концепция, основанная на единстве знаний, навыков и ценностных установок, и подкрепленная адаптированными методами и практиками, позволяет системно подойти к этой задаче. Внедрение таких подходов в образовательный процесс позволит готовить не просто специалистов в своей области, а инновационно мыслящих и правосознательных граждан, способных эффективно управлять результатами своей интеллектуальной деятельности.

Библиографический список

1. Право будущего: Интеллектуальная собственность, инновации, Интернет: Ежегодник. Вып. 1 / РАН. ИНИОН. Центр. социал. науч.-информ. исслед. Отд. правоведения; Каф. предпринимательского права МГУ им. М. В. Ломоносова; Отв. ред. Афанасьева Е. Г. М., 2018. 207 с.
2. Ваганова О. И., Булаева М. Н., Шагалова О. Г. Методы и технологии образования в условиях практико-ориентированного обучения. Азимут научных исследований: педагогика и психология, 2019. № 8 (1 (26)). С. 289–292.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПУТЕМ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

© Чувашов А. А.¹, Кожевникова П. В.¹, Мушинский В. Л.²

¹Ухтинский государственный технический университет, ²«ЛУКОЙЛ-Усинскнефтегаз»

¹Ухта, ²Усинск

achuvashov@ugtu.net

Рассматриваются вопросы повышения точности построения петрофизических и гидродинамических моделей для решения прикладных задач. Описываются особенности исходных данных для моделирования в ряде областей науки и техники. Предлагается алгоритм оценки качества исходных данных, основанный на теории нечетких множеств.

Ключевые слова: нечеткое моделирование, функция принадлежности, достоверность исходных данных, вычислительный алгоритм, неопределенность.

IMPROVING THE ACCURACY OF CONSTRUCTING HYDRODYNAMIC AND PETROPHYSICAL MODELS BY ASSESSING THE RELIABILITY OF INITIAL DATA USING MEMBERSHIP FUNCTIONS

© Chuvashov A. A., Kozhevnikova P. V., Mushinsky V. L.

Ukhta State Technical University, LUKOIL-Usinskneftegaz

Ukhta, Usinsk

This article examines issues related to improving the accuracy of petrophysical and hydrodynamic models for solving applied problems. It describes the characteristics of input data for modeling in a number of areas of science and engineering. An algorithm for assessing the quality of input data based on fuzzy set theory is proposed.

Key words: fuzzy modeling, membership function, reliability of initial data, computational algorithm, uncertainty.

Петрофизическое и гидродинамическое моделирование является неотъемлемой частью успешной разработки нефтяных и газовых месторождений: использование моделей позволяет корректно подобрать (без необходимости реального апробирования с большими финансовыми затратами):

- количество и расположение единиц эксплуатационного фонда скважин;
- наземное и глубинное оборудование для подъема нефти и газа на поверхность;
- необходимые технологии воздействия на пласт (систему заводнения, методы интенсификации притока и т.д.).

Точность построения гидродинамических и петрофизических моделей напрямую зависит от полноты и достоверности массива значений фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов, которые получают путем проведения геофизических и гидродинамических исследований скважин. По ряду причин (человеческий фактор, погрешность или неисправность оборудования, сложные геологические условия), часть значений в этом массиве может быть ошибочной. Статистические методы обработки значений исходных данных, которые применяются чаще всего, не предполагают входного контроля данных на предмет их корректности. Соответственно, некорректные данные становятся частью построенной модели, что негативно сказывается на ее точности и на все последующие операции по подбору оптимальных параметров разработки месторождений. Решить данную проблему можно, разработав алгоритм оценки достоверности исходных данных для моделирования.

Идея данного алгоритма основывается, прежде всего, на создании функций принадлежности, которая позволяет ответить на вопрос, принадлежит ли значение заданному интервалу. Она строится на основании поля рассеяния, представляющего собой смесь гауссиан:

$$\mathfrak{U}^{\varepsilon}(s) = \sum_{k=1}^K \omega(s^k) \frac{1}{\sqrt{\pi}\zeta} \exp\left(-\frac{|s-s^k|^2}{\zeta^2}\right),$$

где s – ячейка сетки, для которой выполняется расчет,

ε – погрешность, с которой выполняется расчет поля рассеяния,

ζ – эффективный параметр, влияющий на рассеяние данных,

K – количество источников информации,

s^k – ячейка, в которой расположен k -ый источник,

$\omega(s^k)$ – вес k -го источника.

Поле рассеяния должно удовлетворять следующему условию:

$$\mathfrak{U}^{\varepsilon}(s) - \mathfrak{U}(s) \leq \varepsilon,$$

где ε – допустимая погрешность при построении поля рассеяния.

Основная математическая задача при построении функций принадлежности заключается в определении минимального количества источников, от которых возможно получать достоверные исходные данные (без превышения допустимого порога погрешности).

Решение данной задачи состоит из двух этапов:

1 этап заключается в корректном расположении источников (кластеризации).

2 этап заключается в подборе веса и эффективного параметра для каждого источника.

Существует большое количество методов кластеризации. В рамках данного исследования были рассмотрены два метода: метод k -means и метод иерархической кластеризации. Иллюстративно данные методы представлены на рисунке 1. Эмпирическим путем установлено, что метод иерархической кластеризации подходит для решения данной задачи лучше, поскольку позволяет построить функцию принадлежности с меньшим количеством источников при заданном пороге погрешности. Эксперимент по подбору метода кластеризации проводился на данных геофизических исследований скважин Бавлинского нефтяного месторождения.

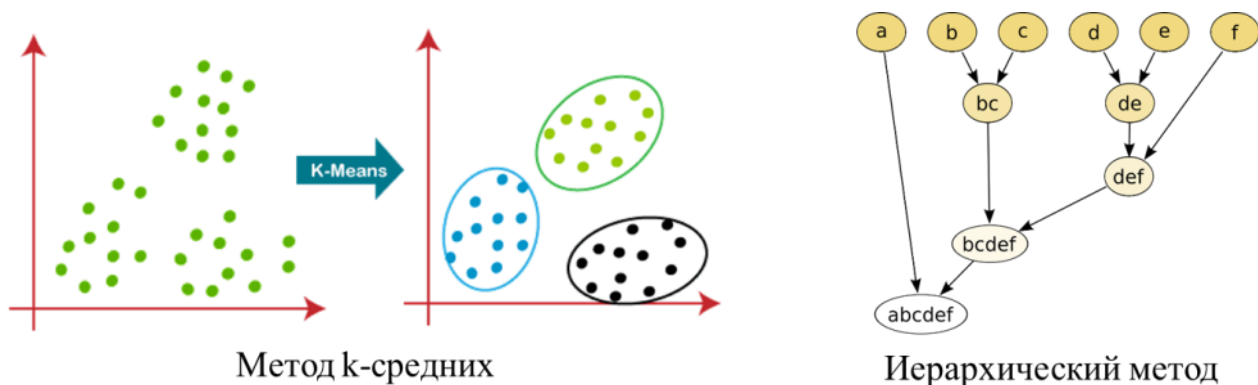


Рис. 1. Рассмотренные методы кластеризации

Для подбора веса и эффективного параметра каждого источника (2 этап) был создан итерационный вычислительный метод, на каждой последующей итерации имеющий вид:

$$\begin{cases} \mathbf{v}^{z+1} = \mathbf{v}^z + \alpha^z A'^*[\mathbf{v}] \boldsymbol{\varphi}^z \\ \|\mathbf{v}^{z+1} - \mathbf{v}^z\| \leq \theta \\ \boldsymbol{\varphi}^z = \mathfrak{A}(s) - \mathfrak{A}^\varepsilon(s) \end{cases}$$

В рамках итерационного процесса необходимо адаптировать модель (подобрать параметры \mathbf{v}) к реальным данным.

Здесь:

$\boldsymbol{\varphi}^z$ – невязка между рассчитанным полем рассеяния на итерации Z и картой плотности исходных данных;

θ – необходимая разница между векторами входных параметров на соседних итерациях;

α^z – параметр релаксации, подбираемый на каждом шаге так, чтобы итерационный процесс сошелся:

$$\alpha^z = \frac{\|A'^*[\mathbf{v}] \boldsymbol{\varphi}^z\|^2}{\|A'[\mathbf{v}] A'^*[\mathbf{v}] \boldsymbol{\varphi}^z\|^2},$$

где $A'^*[\mathbf{v}]$ – сопряженный к $A'[\mathbf{v}]$ оператор.

Разработанный метод фазификации отношений между одновременно измеренными параметрами, основанный на алгоритме сжатия информации, позволяет снизить размерность величин, а также избавиться от «случайной» информации, которая может являться причиной неверной интерпретации данных.

Библиографический список

1. Алтунин А. Е., Семухин М. В. Сравнительный анализ использования вероятностных и нечетких методов оценки неопределенности и рисков при подсчете запасов и ресурсов углеводородов // Нефтяное хозяйство. 2011. № 9. С. 44–49.
2. Методические рекомендации по определению подсчетных параметров залежей нефти и газа по материалам геофизических исследований скважин // Под редакцией Вендельштейна Б. Ю. Калинин: НПО «Союзпромгеофизика», 1990. 261 с.
3. Чувашов А. А. Оценка достоверности исходных данных для построения прикладных петрофизических и гидрогеологических моделей с применением теории нечетких множеств / А. А. Чувашов // Научно-технический вестник Поволжья. 2024. № 12. С. 99–101.

ИНДЕКС ФАМИЛИЙ АВТОРОВ СТАТЕЙ

А

Ананьин Е. М. 4
Афанасьева В. В. 6

Б

Безбородов М. И. 7
Богоявленская О. Ю. 10, 12
Богоявленский Ю. А. 24, 58, 73

В

Васильев М. И. 15, 96
Величко А. А. 126
Волкова Т. В. 17
Волохова В. В. 54
Воронин В. Ю. 21

Г

Галкин А. А. 120
Груздев М. С. 24

Д

Данелиа Г. Д. 28
Дехтярева А. В. 31
Димитров В. М. 4, 33, 50
Дьяконов С. С. 35
Дьяченко О. Е. 96

Е

Егоркина Е. Б. 129
Екимов К. А. 35
Екимова Т. А. 90
Ершова Н. Ю. 38, 41, 44

З

Запорощенко Б. И. 46
Захаров А. В. 17

И

Иванов И. И. 50
Иванов М. Н. 48, 51, 129
Иванова Н. Н. 51, 53
Изосимов В. И. 73
Ильюков Е. А. 54
Ильюшин А. П. 58

К

Калинина М. С. 63
Кириллов И. С. 65
Клименко В. В. 67
Ковин А. М. 70
Кожевникова П. В. 131
Коппалина А. И. 72
Корзун Д. Ж. 12, 21, 54, 70, 113
Крюков И. Д. 73
Кузьмин Р. С. 77

Кулаков К. А. 6, 72

Л

Лебедев А. А. 80
Литвинов Н. Е. 82
Лямзин А. В. 84

М

Мамчур С. С. 86
Марахтанов А. Г. 102
Мартынов А. А. 54
Махилев Р. А. 90
Москин Н. Д. 80, 111
Мотькина Н. Н. 31, 63
Мошкина Е. В. 92
Мощевикин А. П. 15, 96
Мушинский В. Л. 131

Н

Новикова Д. А. 99

П

Павлов М. П. 102
Печников А. А. 105
Платонов А. А. 107
Пономарев В. А. 109

Р

Рего Г. Э. 12, 65, 77, 99
Рогов А. А. 102, 111
Романенко Г. М. 111
Романовская И. В. 80

С

Семенов А. В. 46
Серов С. С. 113
Соловьев А. В. 28, 96, 115
Строкин К. О. 117
Сытник А. А. 82, 120

Т

Теплюева П. А. 122
Тетелева Е. М. 124
Тихомиров А. А. 126
Трутенко М. П. 53
Тычина Я. А. 15

У

Учеваткина Н. В. 129

Ч

Чистяков Д. Б. 6, 33
Чувашов А. А. 131

Ш

Шульга Т. Э. 82, 120

ИНДЕКС НАИМЕНОВАНИЙ ОРГАНИЗАЦИЙ

А

АО «Концерн «НПО «Аврора»..... 117

И

Институт прикладных математических
исследований КарНЦ РАН 105

М

Московский международный университет ... 48, 51,
53, 129

Н

«НМИЦ ТПМ» Минздрава России..... 129

О

Общество с ограниченной ответственностью
«Ай-ФОРС» 86
Оренбургский государственный университет..... 17

П

Петрозаводский государственный университет.....
4, 6, 7, 10, 12, 15, 21, 24, 28,
31, 33, 35, 38, 41, 44, 46, 50,
54, 58, 63, 65, 67, 70, 72, 73,
77, 80, 84, 90, 92, 96, 99, 102,
107, 109, 111, 113, 115, 122, 124, 126

С

Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю. А. 82, 120

У

Ухтинский государственный технический
университет..... 131

СОДЕРЖАНИЕ

© АНАНЬИН Е. М., ДИМИТРОВ В. М. АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ МАТЕМАТИЧЕСКИХ УТВЕРЖДЕНИЙ НА ЯЗЫКЕ LEAN С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИИ	4
© АФАНАСЬЕВА В. В., КУЛАКОВ К. А., ЧИСТЯКОВ Д. Б. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	6
© БЕЗБОРОДОВ М. И. ЧЕТВЕРТАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОЛИТИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЕ XXI ВЕКА	7
© БОГОЯВЛЕНСКАЯ О. Ю. РАСПРЕДЕЛЕННАЯ КОНТЕКСТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА МНОГОУРОВНЕВОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СЕНСОРОВ	10
© БОГОЯВЛЕНСКАЯ О. Ю., РЕГО Г. Э., КОРЗУН Д. Ж. МОДЕЛЬ КОСВЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ОДНОПОЛОСНОМ УЧАСТКЕ	12
© ВАСИЛЬЕВ М. И., ТЫЧИНА Я. А., МОЩЕВИКИН А. П. РАЗРАБОТКА MODBUS RTU ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ БЕСПРОВОДНОГО ДАТЧИКА ВИБРАЦИЙ WVS-2.....	15
© ВОЛКОВА Т. В., ЗАХАРОВ А. В. ПОВЫШЕНИЕ ЮЗАБИЛИТИ ЦИФРОВОГО СЕРВИСА «РАСПИСАНИЕ ОГУ»	17
© ВОРОНИН В. Ю., КОРЗУН Д. Ж. ВИДЕОАНАЛИТИКА КОНТРОЛЯ СВАРОЧНОГО НАПЛАВОЧНОГО СТАНКА.....	21
© ГРУЗДЕВ М. С., БОГОЯВЛЕНСКИЙ Ю. А. ПРОЕКТ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	24
© ДАНЕЛИА Г. Д., СОЛОВЬЕВ А. В. ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ТЕСТОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ	28
© ДЕХТЯРЕВА А. В., МОТЬКИНА Н. Н. ПОИСК МАРШРУТА С НАИМЕНЬШИМ ЧИСЛОМ ПЕРЕСАДОК В МЕТРОПОЛИТЕНЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	31
© ДИМИТРОВ В. М., ЧИСТЯКОВ Д. Б. ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОТ C К PYTHON ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ	33
© ДЬЯКОНОВ С. С., ЕКИМОВ К. А. БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ С ПЛК БАГЕТ-ПЛК2, МОДУЛЯМИ И ОБОРУДОВАНИЕМ. РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА	35
© ЕРШОВА Н. Ю. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЕТЕНТНОСТНО-РОЛЕВЫХ МОДЕЛЕЙ В ПОДГОТОВКЕ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ	38

© ЕРШОВА Н. Ю. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РОЛЕЙ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ ЧЕРЕЗ КЕЙСОВЫЙ ПОДХОД НА ПРИМЕРЕ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ГОСТИНИЦЫ	41
© ЕРШОВА Н. Ю. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНО-РОЛЕВОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	44
© ЗАПОРОЩЕНКО Б. И., СЕМЁНОВ А. В. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОЛИГОНА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КИБЕРУГРОЗ	46
© ИВАНОВ М. Н. ЭКОСИСТЕМА ЦИФРОВЫХ СЕРВИСОВ UNIVER ONLINE.....	48
© ИВАНОВ И. И., ДИМИТРОВ В. М. РАСШИРЕНИЕ КОМПИЛЯТОРА ДЛЯ ЯЗЫКА С ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ БЕЗОПАСНОГО КОДА	50
© ИВАНОВА Н. Н., ИВАНОВ М. Н. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В РАБОТЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВУЗА.....	51
© ИВАНОВА Н. Н., ТРУТЕНКО М. П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ.....	53
© ИЛЬЮКОВ Е. А., МАРТЫНОВ А. А., КОРЗУН Д. Ж., ВОЛОХОВА В. В. ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕПРЕЗЕНТАЦИЙ ИСТОРИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ И ПЕРСОНАЛИЙ В РУССКОЯЗЫЧНОМ СЕГМЕНТЕ ИНТЕРНЕТА (НА ПРИМЕРЕ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ «ВКОНТАКТЕ»)	54
© ИЛЬЮШИН А. П., БОГОЯВЛЕНСКИЙ Ю. А. РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ ПОГОДНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ	58
© КАЛИНИНА М. С., МОТЬКИНА Н. Н. ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ МАКСВЕЛЛА.....	63
© КИРИЛЛОВ И. С., РЕГО Г. Э. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЛЬТРА ЧАСТИЦ В СИСТЕМЕ SLAM	65
© КЛИМЕНКО В. В. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	67
© КОВИН А. М., КОРЗУН Д. Ж. ВОЗМОЖНОСТИ РЕЗЕРВУАРНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ LOGNNET ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАПИСЕЙ ОДНОКАНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ..	70
© КОППАЛИНА А. И., КУЛАКОВ К. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ	72

© КРЮКОВ И. Д., ИЗОСИМОВ В. И., БОГОЯВЛЕНСКИЙ Ю. А. ПРОЕКТ ПОДСИСТЕМЫ «СЕРВИС РЕГИСТРАЦИИ ЗАЯВОК СТУДЕНТОВ НА ИЗУЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИН ПО ВЫБОРУ»	73
© КУЗЬМИН Р. С., РЕГО Г. Э. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГРАФОВЫМИ СТРУКТУРАМИ В ЗАДАЧАХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ	77
© ЛЕБЕДЕВ А. А., МОСКИН Н. Д., РОМАНОВСКАЯ И. В. К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ ИТ-КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ФИЛОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ	80
© ЛИТВИНОВ Н. Е., СЫТНИК А. А., ШУЛЬГА Т. Э. МЕТОДЫ АВТОМАТНОГО АНАЛИЗА ОШИБОК И СБОЕВ В ДИСКРЕТНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	82
© ЛЯМЗИН А. В. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛЕСОТАКСАЦИИ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ОБЛАКОВ ТОЧЕК LIDAR	84
© МАМЧУР С. С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ ТИПИЧНЫХ НАРУШЕНИЙ ПОХОДКИ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА	86
© МАХИЛЕВ Р. А., ЕКИМОВА Т. А. ГЕНЕРИРОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ КАК СПОСОБ БОРЬБЫ С НЕРЕПРЕЗЕНТАТИВНЫМИ ВЫБОРКАМИ	90
© МОШКИНА Е. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОПРОСОВ С ВЛОЖЕННЫМИ ОТВЕТАМИ (CLOZE) ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ В LMS MOODLE	92
© МОЩЕВИКИН А. П., СОЛОВЬЕВ А. В., ВАСИЛЬЕВ М. И., ДЬЯЧЕНКО О. Е. СЕТЕВАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПЕРВИЧНОЙ ДИАГНОСТИКИ	96
© НОВИКОВА Д. А., РЕГО Г. Э. МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ЗАДАЧИ ВЫРАЩИВАНИЯ КОНТЕЙНЕРИЗИРОВАННЫХ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД	99
© ПАВЛОВ М. П., РОГОВ А. А., МАРАХТАНОВ А. Г. ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МОДЕЛЕЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ К ВИЗУАЛЬНЫМ ИСКАЖЕНИЯМ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧ АКВАКУЛЬТУРЫ	102
© ПЕЧНИКОВ А. А. О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ НАУЧНЫХ ЖУРНАЛОВ КАК СИСТЕМЫ	105
© ПЛАТОНОВ А. А. ОБ ИНТЕГРАЦИИ ЗНАНИЙ ПО ОБРАБОТКЕ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА»	107
© ПОНОМАРЕВ В. А. ПРИМЕНЕНИЕ СЦЕНАРИЕВ НЕПРЕРЫВНОЙ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕПОЗИТОРИЯМИ ПРОГРАММНОГО КОДА GITLAB В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	109

© РОМАНЕНКО Г. М., МОСКИН Н. Д., РОГОВ А. А. О ФОРМИРОВАНИИ ВЫБОРКИ В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ СТЕНЕРИРОВАННЫХ ТЕКСТОВ (НА ПРИМЕРЕ СТИЛЯ Ф. М. ДОСТОЕВСКОГО)	111
© СЕРОВ С. С., КОРЗУН Д. Ж. О ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ	113
© СОЛОВЬЕВ А. В. МОДУЛЬ ГЕНЕРАЦИИ QR-КОДОВ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТА В СИСТЕМЕ IQ.KARELIA.RU	115
© СТРОКИН К. О. К ВОПРОСУ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СПРАВОЧНЫМИ ДАННЫМИ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	117
© СЫТНИК А. А., ШУЛЬГА Т. Э., ГАЛКИН А. А. БУДУЩЕЕ ВЕРИФИКАЦИИ ПРОГРАММ: КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ МЕНЯЕТ ПОДХОДЫ К ТЕСТИРОВАНИЮ И ОТЛАДКЕ	120
© ТЕППОЕВА П. А. ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ВЫСОТ НА ОСНОВЕ РАСТРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ КАРТЫ ПО СПОРТИВНОМУ ОРИЕНТИРОВАНИЮ	122
© ТЕТЕЛЕВА Е. М. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ	124
© ТИХОМИРОВ А. А., ВЕЛИЧКО А. А. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ	126
© УЧЕВАТКИНА Н. В., ИВАНОВ М. Н., ЕГОРКИНА Е. Б. ФОРМИРОВАНИЕ ПАТЕНТНОЙ КУЛЬТУРЫ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ: КОНЦЕПЦИЯ, МЕТОДЫ, ПРАКТИКИ	129
© ЧУВАШОВ А. А., КОЖЕВНИКОВА П. В., МУШИНСКИЙ В. Л. ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПУТЕМ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ	131
ИНДЕКС ФАМИЛИЙ АВТОРОВ СТАТЕЙ	134
ИНДЕКС НАИМЕНОВАНИЙ ОРГАНИЗАЦИЙ	135