

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВЫБОРА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ

П.В. Молчанов, Д.С. Смирнов

Павел Валентинович Молчанов* (ORCID 0009-0000-4535-5874), Дмитрий Сергеевич Смирнов (ORCID 0000-0002-8683-4430)

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Каширское ш., 31, Москва, 115409, Россия

E-mail: elsy1999@yandex.ru*, dssmirnov@mephi.ru

Данное исследование направлено на анализ и разработку архитектуры рекомендательной системы для выбора образовательных программ, соответствующей нормативно-правовым требованиям Российской Федерации, включая регламенты единой цифровой платформы "ГосТех". Основной целью работы является создание методологически обоснованного решения, обеспечивающего персонализированный подбор образовательных программ в высших учебных заведениях России.

В рамках исследования был проведен системный анализ требований, разработана архитектура системы, реализован усовершенствованный алгоритм и исследовано соответствие предлагаемой архитектуры требованиям ФСТЭК и ФСБ России. Методологическую основу исследования составили принципы проектирования информационных систем, современные методы машинного обучения и анализа данных, нормативно-правовая база цифровизации образования.

Основные научные результаты работы включают спроектированную архитектуру рекомендательной системы, позволяющую использовать модели с высокой точностью рекомендаций, а также механизм интеграции с инфраструктурой платформы "ГосТех" через API-интерфейсы. Научная новизна заключается в том, что алгоритм коллаборативной фильтрации адаптирован под требования российского законодательства, и была создана уникальная система использующая его. В отличие от коммерческих аналогов, система производит рекомендации с учётом ограниченного набора санкционированных данных, а архитектура позволяет оперативно модифицировать алгоритмы при изменении требований.

Ключевые слова: рекомендательный сервис, проектирование архитектуры, системный анализ, коллаборативная фильтрация.

SYSTEMS ANALYSIS AND ARCHITECTURE DESIGN OF A RECOMMENDER SYSTEM FOR SELECTING EDUCATIONAL PROGRAMS FOR UNIVERSITY APPLICANTS

P.V. Molchanov, D.S. Smirnov

Pavel V. Molchanov * (ORCID 0009-0000-4535-5874), Dmitry S. Smirnov (ORCID 0000-0002-8683-4430)

National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Kashirskoe sh., 31, Moscow, 115409, Russia

E-mail: elsy1999@yandex.ru*, dssmirnov@mephi.ru

This study is aimed at analyzing and developing an architecture for a recommender system for selecting educational programs, compliant with the regulatory requirements of the Russian Federation, including the regulations of the unified digital platform "GosTech". The primary objective of the work is to create a methodologically sound solution that provides personalized selection of educational programs in higher educational institutions in Russia.

Within the framework of the study, the authors conduct a systematic analysis of requirements, develop the system architecture, implement an improved algorithm, and investigate the compliance of the proposed architecture with the requirements of FSTEC of Russia and FSB. The methodological basis of the study consists of information system design principles, modern methods of machine learning and data analysis, and the regulatory framework for the digitalization of education.

The main scientific results of the work include the designed architecture of the recommender system, which allows for the use of models with high recommendation accuracy, as well as a mechanism for integration with the "GosTech" platform infrastructure via API interfaces. The scientific novelty lies in the fact that the collaborative filtering algorithm has been adapted to the requirements of Russian legislation, and a unique system utilizing it has been created. Unlike commercial analogues, the system generates recommendations based on a limited set of authorized data, and its architecture allows for the prompt modification of algorithms in response to changing requirements.

Keywords: recommendation platform, architecture design, systems analysis, collaborative filtering.

Для цитирования:

Молчанов П.В., Смирнов Д.С. Системный анализ и проектирование архитектуры рекомендательной системы выбора образовательных программ для абитуриентов. *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством» [Ивэкофин]*. 2026. № 01(67). С. 167-177. DOI: 10.6060/ivecofin.2026671.771

For citation:

Molchanov P.V., Smirnov D.S. Systems analysis and architecture design of a recommender system for selecting educational programs for university applicants. *Ivecofin*. 2026. N 01(67). P. 167-177. DOI: 10.6060/ivecofin.2026671.771 (in Russian)

ВВЕДЕНИЕ

Выбор высшего учебного заведения и образовательной программы представляет собой значимую проблему для абитуриентов. Несмотря на осознание необходимости успешной сдачи Единого Государственного Экзамена для поступления, многие поступающие испытывают трудности с определением конкретного направления подготовки и вуза [1]. Как правило, абитуриенты заранее выбирают предметы для сдачи ЕГЭ, однако одни и те же дисциплины открывают доступ к сотням различных специальностей в самых разных университетах России [2]. В условиях такого разнообразия вариантов принятие осознанного решения становится сложным, особенно при отсутствии достаточного опыта или компетентных консультаций со стороны.

Существующие методы профессиональной ориентации [3], включая специализированные тесты, обладают ограниченной эффективностью, поскольку не предоставляют конкретных рекомендаций относительно выбора образовательных программ. Альтернативные способы, подбирающие направления на основе баллов ЕГЭ, лишь фильтруют доступные варианты по проходному баллу. Большинство абитуриентов стремятся выбрать специальность до получения результатов экзамена, что усиливает необходимость в разработке более совершенного инструмента [4-6]. В связи с этим очевидна необходимость создания рекомендательной системы, способной на основе анализа интересов, академических возможностей и индивидуальных предпочтений абитуриента предлагать оптимальные

варианты образовательных программ в высших учебных заведениях России [7-9].

В рамках предыдущей работы на тему «Формирование требований к аналитическому и математическому обеспечению рекомендательной системы выбора учебных направлений для абитуриентов» [10] были сформулированы требования к алгоритмической части рекомендательного сервиса для абитуриентов, и на основании этих требований реализован прототип алгоритма выдачи рекомендаций. Следующим этапом на пути создания рекомендательного сервиса являются системный анализ и проектирование архитектуры данной системы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Системный подход к разработке

рекомендательного сервиса для абитуриентов

1. Анализ требований к математическому и аналитическому обеспечению рекомендательной системы

При проектировании системы для рекомендаций крайне важно ориентироваться на требования, описанные в прошлой работе [10]. Эти требования включают необходимость обработки многомерных данных абитуриентов (когнитивных, поведенческих, академических) и структурированных сведений об образовательных программах; поддержку алгоритмов, обеспечивающих сравнение пользователей, адаптивность к динамически обновляемой базе данных и интерпретируемость рекомендаций; применение математических методов, устойчивых к разнородности признаков, шуму в данных и ограниченному объему обучающей выборки.

Учет указанных требований является критически важным, поскольку архитектура системы должна не только реализовывать базовые механизмы коллаборативной фильтрации, но и обеспечивать масштабируемость, модульность и адаптивность к изменяющимся входным данным.

Таким образом, разработка архитектуры рекомендательного сервиса должна основываться на принципах, гарантирующих выполнение заявленных аналитических и математических требований, а также обеспечивающих дальнейшее расширение функциональности системы. В данной работе рассматриваются ключевые аспекты проектирования такой архитектуры, включая выбор технологического стека, проектирование модулей обработки данных и алгоритмического ядра [11-12].

2. Анализ нормативных требований

Помимо требований, описанных в предыдущей работе, рекомендательная система должна соответствовать Постановлению Правительства РФ от 16.12.2022 N 2338 (ред. от 03.04.2024) "Об утверждении Положения о единой цифровой платформе Российской Федерации "ГосТех". Рекомендательный сервис по созданию рекомендаций для абитуриентов, по сути, будет являться образовательной системой и будет напрямую интегрирован с государственными сервисами.

Система должна учитывать архитектурные решения, утвержденные межведомственной рабочей группой (п. 18а) [13]:

- Использование микросервисной или модульной архитектуры для обеспечения гибкости и масштабируемости.
- Обеспечение интеграции с Единой системой идентификации и аутентификации (ЕСИА).
- Поддержка API-интерфейсов для взаимодействия с другими ГИС (например, с системой "Поступай в вуз онлайн").

А также методические рекомендации (п. 18б):

- Применение апробированных алгоритмов машинного обучения (например, коллаборативная фильтрация, контент-анализ).
- Использование стандартных решений для обработки данных (в соответствии с ФЗ-152).
- Обеспечение интероперабельности с платформой "ГосТех" (форматы данных, протоколы обмена).

Для соответствия ФЗ-152 система должна использовать шифрование данных (как при передаче, так и при хранении), внедрять механизмы контроля доступа (2FA, журналирование) и

обеспечивать прозрачность обработки (политика конфиденциальности, согласие пользователя).

При авторизации через ЕСИА используется двухфакторная авторизация, поэтому это требование будет реализовано, когда мы организуем интеграцию с системой ГосТех. Контактные данные пользователей должны передаваться и храниться в зашифрованном виде. Механизм шифрования будет разработан в процессе дальнейшего исследования. Обработка персональных данных будет производиться строго в соответствии с разработанной политикой конфиденциальности и согласием пользователя, которые будут доступны в соответствующих разделах платформы. Совместимость с платформой "ГосТех" будет реализована за счет удобных API-интерфейсов, поддерживающих различные протоколы взаимодействия.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проектирование архитектуры

рекомендательного сервиса для абитуриентов

1. Сценарии работы пользователя

Система подразумевает следующие сценарии работы пользователя - Процедура идентификации и аутентификации, формирование персонального профиля, генерация персонализированных рекомендаций и экспорт полученных результатов.

Пользователь осуществляет авторизацию через единую систему идентификации и аутентификации, после чего открывается доступ к персонализированному интерфейсу. Абитуриент последовательно вводит данные про академические достижения, рассказывает про свои интересы, способности, географические предпочтения, финансовые условия. После этого Система предоставляет список наиболее подходящих абитуриенту образовательных программ. Данные можно получить в виде отчетов через электронную почту.

2. Модель архитектуры с учетом методических указаний

Архитектура рекомендательной системы спроектирована с использованием нотации с4, включающую уровни Контекст, Контейнеры и Компоненты. С получившимися диаграммами можно ознакомиться на рис. 1, 2, 3.

На первом этапе пользователь заполняет свои ФИО, возраст, email и отвечает на вопрос, поступал он уже или нет. В зависимости от того, является человек поступившим студентом или абитуриентом, будет определена дальнейшая траектория опроса.

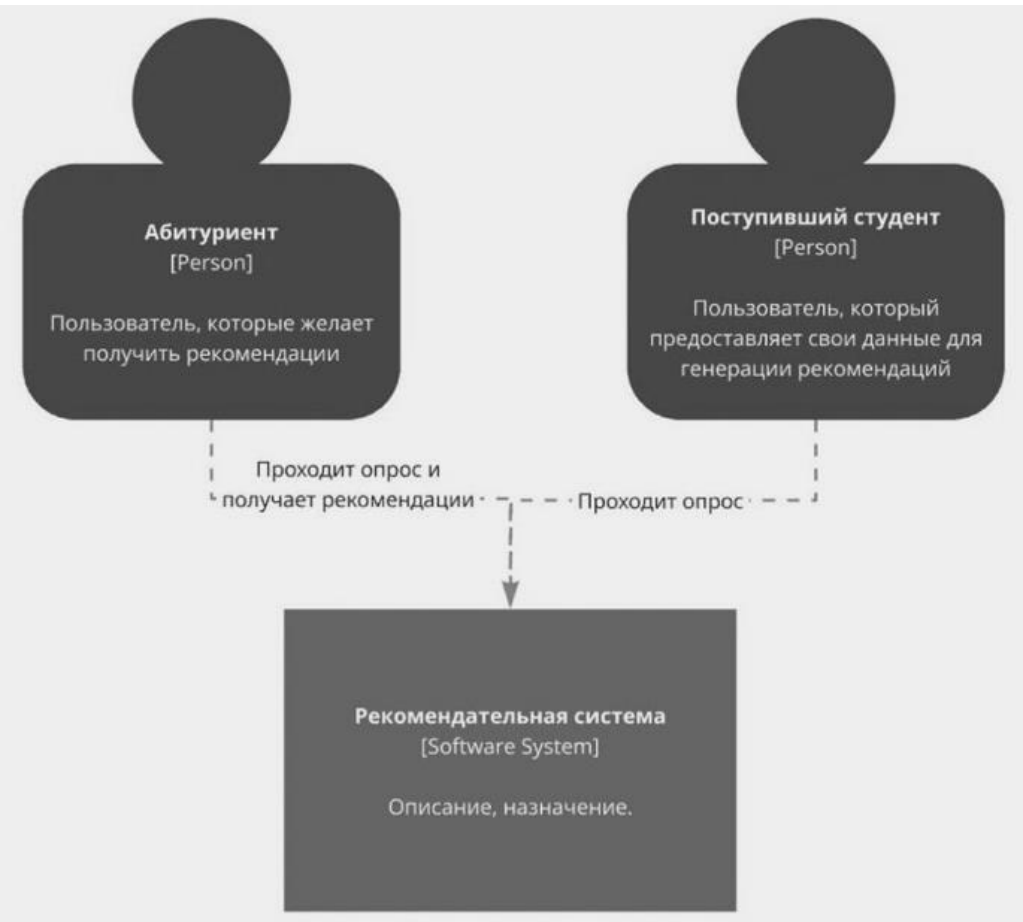


Рисунок 1. C4-диаграмма - Контекст рекомендательной системы
Figure 1. C4 diagram - recommender system context

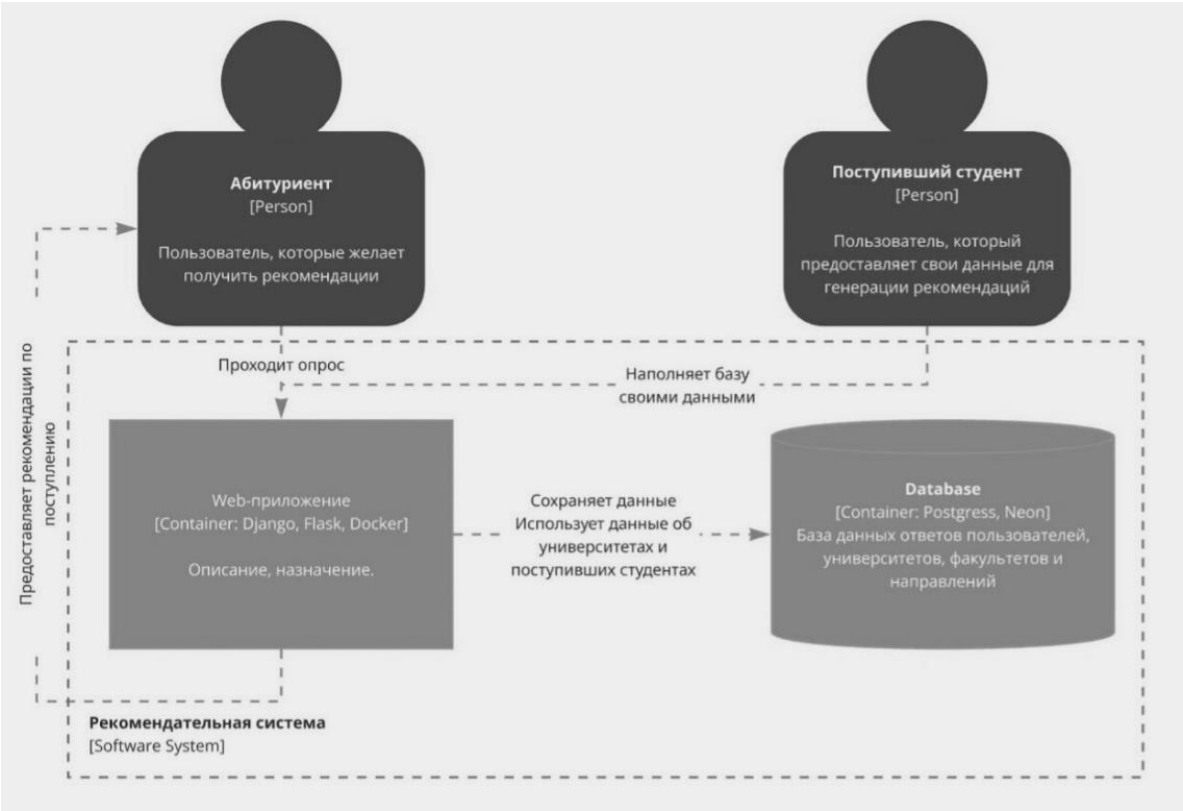


Рисунок 2. C4-диаграмма – Контейнер рекомендательной системы
Figure 2. C4 diagram – recommender system container

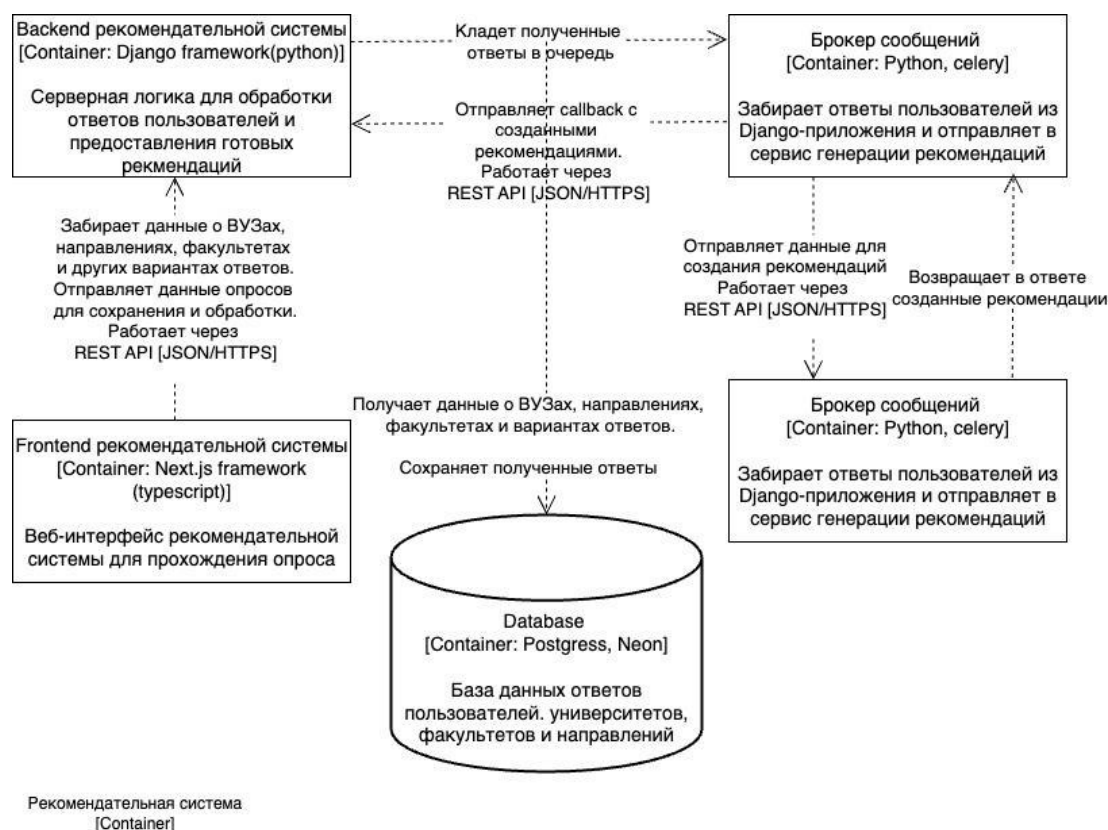


Рисунок 3. C4-диаграмма – Компоненты рекомендательной системы
Figure 3. C4 diagram – components of a recommender system

Траектория для абитуриента следующая:

- Модуль вопросов про рассматриваемые учебные направления при поступлении

В этом модуле нужно добавить от трех до пяти вузов, факультетов и направлений и предоставить оценки, соответствующие тому, насколько пользователь хотел туда поступить.

- Модуль вопросов про выбранное направления

Пользователь указывает ВУЗ, факультет, направление, оценка, соответствующая тому, насколько пользователь остался доволен своим выбором, и прописывает в текстовом поле информацию о том, что его не устраивает в выбранном вузе. Если пользователя все устраивает, поле остается пустым (оно необязательное).

- Модуль информации о результатах ЕГЭ

Пользователь добавляет предмет и прописывает набранный балл. На поле балл наложены валидации (значение должно находиться в диапазоне от 0 до 100). Минимум нужно добавить два предмета.

- Модуль вопросов об интересах, предпочтениях и способностях

Это те вопросы, которые необходимы для формирования психологического портрета пользователя. Именно с этими данными поступивших студентов будут сравниваться абитуриенты, которым необходимо получить рекомендацию. Согласно методу коллаборативной фильтрации,

люди со схожими предпочтениями склонны выбирать похожие вещи. Соответственно, абитуриенты со схожими предпочтениями, как правило, выбирают те же вузы, что и ранее поступившие студенты с аналогичными интересами.

После того, как пользователь нажимает “Сохранить”, данные отправляются на сервер с помощью REST API, после чего попадают в базу данных. Фронтенд отображает окно с сообщением “Спасибо за участие в опросе! Ваши ответы успешно сохранены.” Из данных уже поступивших пользователей не будут формироваться рекомендации, поэтому технологический процесс этой траектории намного проще. Они нужны только для наполнения базы для генерации рекомендаций абитуриентам, алгоритм коллаборативной фильтрации без них работать не сможет. Поэтому для более точного прогнозирования этих данных нужно как можно больше.

Если опрос проходит абитуриент, который еще не определился с выбором ВУЗа и хочет получить рекомендацию, логика обрабатывает по второму ветвлению. Поскольку пользователь еще не выбирал ВУЗ, он не отвечает на вопросы о нем. Следующий блок вопросов касается интересов, предпочтений и возможностей абитуриента. Он практически не отличается от аналогичного блока в первом ветвлении.

После того, как пользователь отправляет заполненную анкету, отправляется запрос в сер-

вис обработки пользовательских данных, где эти данные сохраняются в таблице *survey*, так же, как и данные о поступивших пользователях. После этого данные отправляются в сервис генерации рекомендаций. Для обеспечения гибкости и отказоустойчивости разрабатываемого ПО было принято решение разделить архитектуру на микросервисную [14-17]. Этот подход не только обеспечивает оптимальное и безопасное использование вычислительных мощностей, но и соответствует необходимым требованиям к разработке рекомендательных систем. В сервисе генерации рекомендаций отрабатывает алгоритм, использующий коллаборативную фильтрацию.

Для повышения точности рекомендаций направления предварительно фильтруются по необязательным параметрам (город, предметы ЕГЭ, бюджет/платное), что позволяет сократить объем выборки и сфокусироваться на наиболее релевантных вариантах. Данные преобразуются в числовой формат через векторизацию категориальных признаков и бинарное кодирование булевых значений, а успеваемость нормализуется методом Min-Max Scaling для приведения всех показателей к единому масштабу. Схожесть абитуриентов вычисляется по модифицированной формуле косинусного сходства с весовыми коэффициентами, что позволяет учесть различную важность характеристик при оценке схожести пользователей. Итоговые оценки направлений рассчитываются как взвешенная сумма оценок похожих пользователей, нормализованная на общую схожесть, что гарантирует объективность рекомендаций независимо от количества оценивших направление студентов. Такой комбинированный подход, сочетающий предварительную фильтрацию, преобразование данных и взвешенный анализ схожести, минимизирует влияние малозначимых факторов и обеспечивает действительно персонализированные рекомендации, адаптированные под индивидуальные особенности каждого абитуриента. При этом учитывается как объективная успеваемость, так и субъективные предпочтения студентов со схожими профилями, что повышает релевантность выдаваемых рекомендаций.

При получении запроса, сервис генерации рекомендаций принимает данные об абитуриенте на вход, и забирает данные о поступивших студентах из БД. Передавать большие объемы данных по протоколу REST не оптимально, поэтому необходимо подключить сервис генерации рекомендаций к базе. Далее срабатывает вышеописанный алгоритм, результаты формируются в определенную JSON-структуру и возвращаются в очередь. Очередь отправляет *callback* в сервис обработки пользовательских данных, сохраняет полученные результаты в базу. По записям этой базы раз в 10 минут прохо-

дит *cron-script*, который берет из базы недавно записанные результаты, формирует шаблоны писем и делает рассылку с результатами. В будущем результаты прогнозирования будут сохраняться в личный кабинет для удобного оперативного доступа к ним.

Описанный выше процесс отображен на диаграмме на рис. 4.

В архитектуре разработанной системы используются следующие базовые сервисы платформы ГосТех [18]:

- Сервис идентификации и доступа – набор инструментов для аутентификации и авторизации пользователей.
- Сервис транзакционной СУБД – это объектно-реляционная система управления базами данных. Она содержит ряд доработок, позволяющих обеспечить повышенные требования к безопасности хранимых данных, доступности, надежности и производительности.
- Сервис интеграционного взаимодействия – это интеграционная платформа нового поколения, построенная на базе *open-source* продукта Istio v1.11.2. Продукт отвечает за надёжную доставку запросов через сложную топологию сервисов, используемых в системе.
- Сервис мониторинга - позволяет собирать и хранить метрики приложений и компонентов инфраструктуры, а также отображать их в виде графиков на дашбордах.

Технологический стек с учетом требований и реестров ФСТЭК

В рамках реализации фронтенд-части рекомендательной системы для абитуриентов был применен современный технологический стек, обеспечивающий безопасность, производительность и масштабируемость решения. Основой разработки послужил язык программирования TypeScript, представляющий собой строго типизированную надстройку над JavaScript, что существенно повышает надежность кодовой базы. В качестве фреймворка был выбран Next.js версии 13+ с архитектурой App Router, предоставляющий оптимизированные механизмы маршрутизации и рендеринга. Ключевыми технологиями реализации стали: библиотека React для построения пользовательского интерфейса и модуль Axios для выполнения HTTP-запросов к серверной части систем. Особенностью архитектуры проекта стало разделение кодовой базы на модули. Важно отметить, что разработка велась с использованием функциональных компонентов и хуков, что соответствует современным парадигмам фронтенд-разработки. Применение директивы "use client" для клиентских компонентов обеспечило оптимальное разделение логики взаимодействия между серверной и клиентской частями приложения.

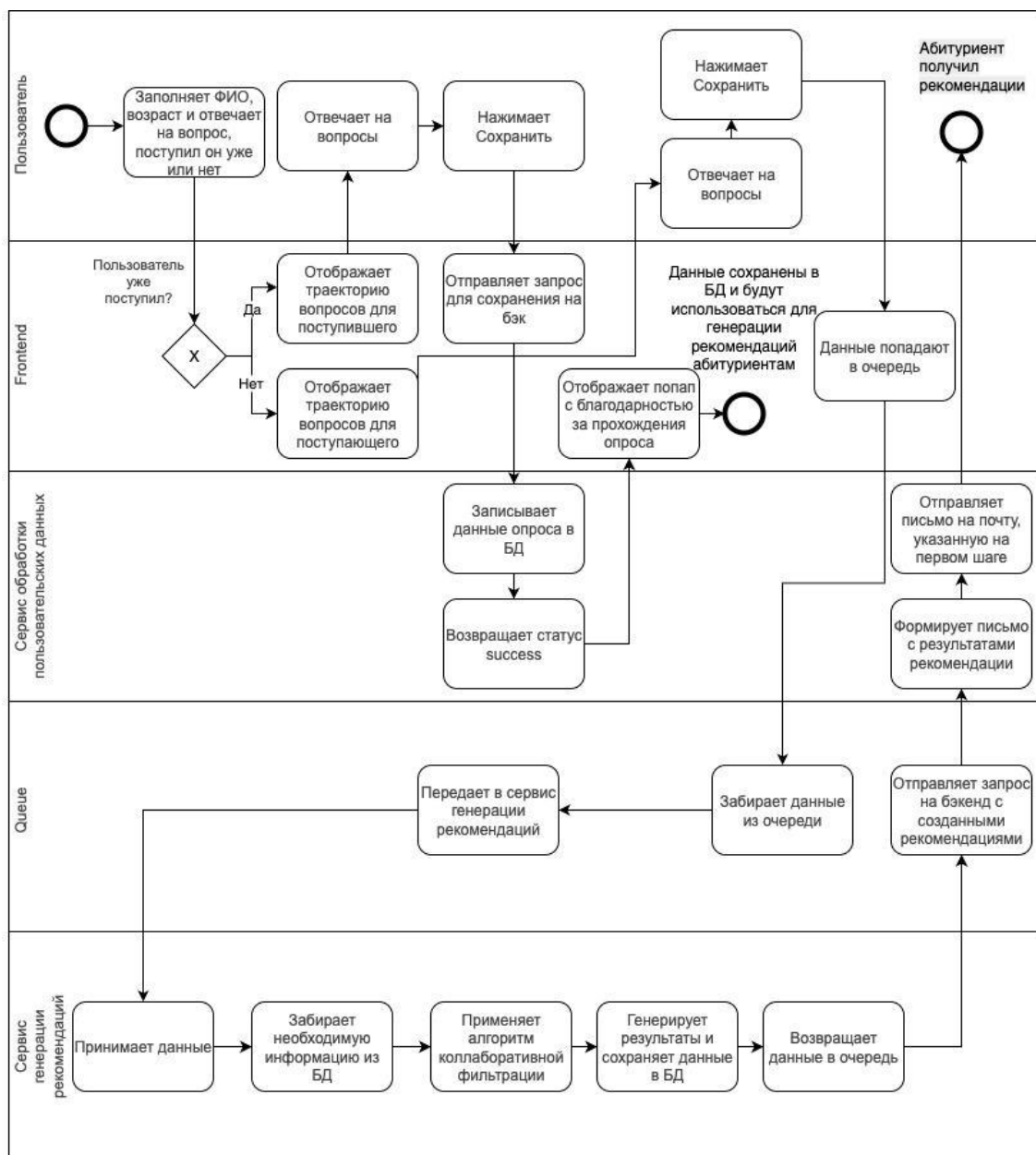


Рисунок 4. BPMN-диаграмма процесса получения рекомендации
Figure 4. BPMN diagram of the recommendation process

Основной backend-сервис реализован на базе фреймворка Django 4.2 (Python), обеспечивающего высокоуровневую абстракцию для разработки безопасного и масштабируемого веб-приложения. Для организации RESTful API используется Django REST Framework, предоставляющий гибкие инструменты сериализации, аутентификации и маршрутизации. Хранение и обработка данных осуществляются в PostgreSQL – объектно-реляционной СУБД, поддерживающей сложные транзакционные запросы, с использованием адаптера psycopg2-binary. Асинхронная обработка задач, таких как генерация рекомендаций, реализована посредством Celery 5.3.4 с Redis 5.0.1 в качестве брокера сообщений, что позволяет эффективно распределять вычисли-

тельную нагрузку. Дополнительные компоненты, включая django-cors-headers для управления CORS и python-dotenv для конфигурации через переменные окружения, обеспечивают безопасность и гибкость развертывания системы. Данный технологический стек гарантирует высокую производительность, отказоустойчивость и масштабируемость инфраструктуры.

Сервис машинного обучения реализован на основе микрофреймворка Flask 2.3, обеспечивающего минималистичный, но эффективный инструмент для развертывания ML-моделей в виде веб-сервиса. Для обработки HTTP-запросов используется Werkzeug 2.3, а поддержка межсервисного взаимодействия обеспечивается расширением flask-cors 4.0. В качестве ключевых библиотек ма-

шинного обучения задействованы scikit-learn 1.2, предоставляющий алгоритмы коллаборативной фильтрации, pandas 1.5 для обработки структурированных данных и numpy 1.24, оптимизирующий численные вычисления. Основу рекомендательной системы составляют методы Cosine Similarity для оценки схожести пользователей через косинусное сходство и Collaborative Filtering для персонализации рекомендаций, дополненные предобработкой данных с помощью MinMaxScaler и LabelEncoder. Интеграция с основным backend-сервисом осуществляется через psycorp2-binary 2.9.5 для доступа к PostgreSQL и requests 2.28 для REST-взаимодействия. В боевой (production) среде сервис развертывается с использованием Gunicorn 20.1 в качестве WSGI-сервера, что обеспечивает высокую производительность и стабильность работы. Данная архитектура позволяет эффективно масштабировать вычислительные ресурсы под нагрузку и оперативно обновлять ML-модели без нарушения работы основной системы за счет качественно спроектированных и оптимизированных алгоритмов [19]. Все компоненты системы соответствуют

требованиям Постановления Правительства №1236 о безопасности критической информационной инфраструктуры, приказу ФСТЭК №239 о защите персональных данных и требованиям платформы "ГосТех" к технологической независимости.

Структура БД

Важнейшую роль в архитектуре рекомендательного приложения имеют данные, а именно способы их хранения. Для хранения данных используются реляционная база данных PostgreSQL версии 17. Для реализации MVP-версии приложения мы используем ресурс <https://neon.tech> для хостинга базы данных. Это более простой способ, не требующий наличия собственных вычислительных мощностей и самостоятельного развертывания базы на этих мощностях. Этот ресурс предоставляет легковесное решение для создания таблиц, управления их атрибутами и подключения через коннекторы, в связи с чем больше всего подходит для прототипа. На рис. 5 изображена структура БД рекомендательного сервиса, в которой хранятся данные о вузах, факультетах и учебных направлениях.

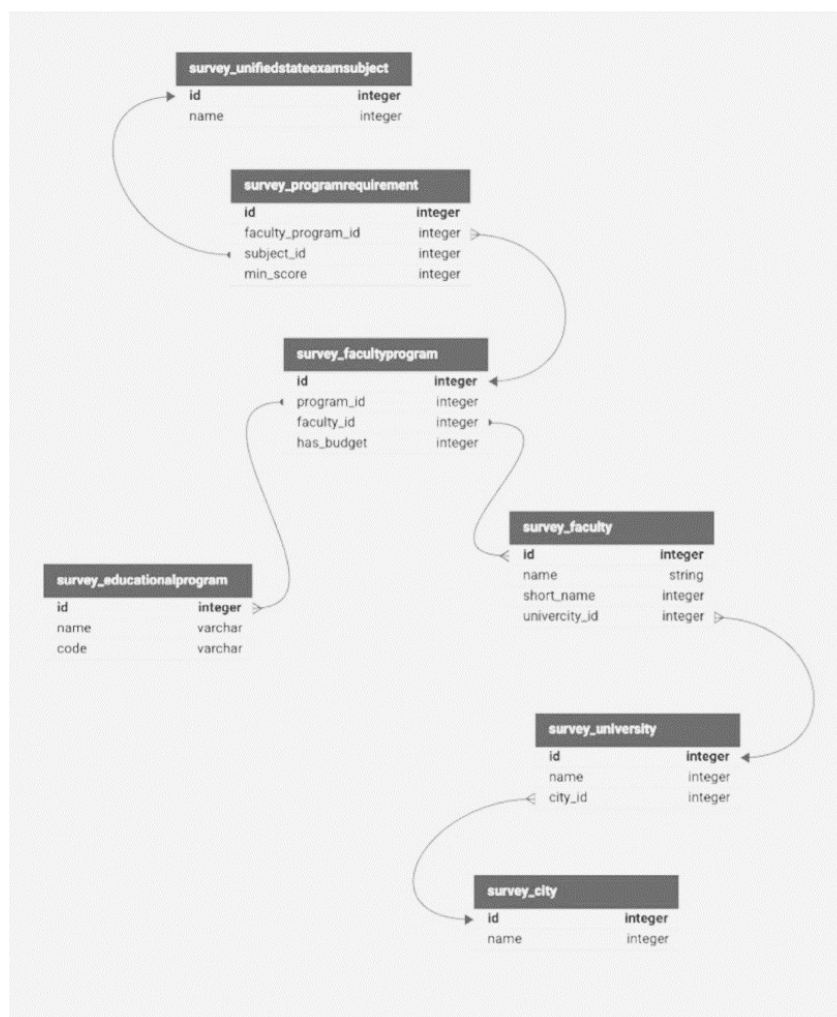


Рисунок 5. Структура таблиц с данными об университетах, факультетах и направлениях
Figure 5. Structure of data tables on universities, faculties and areas of study

ВУЗы хранятся в таблице `survey_university` с полями `id`, `name` и `city_id`. `city_id` - это внешний ключ на таблицу `cities`. При прохождении опроса абитуриенты выбирают город среди записей этой таблицы, что позволяет организовать взаимно однозначное соответствие между городами в опросе и городами ВУЗов. Гарантированно не произойдет расхождения в названиях, а, следовательно, ошибок в моделировании.

Факультеты ВУЗов хранятся в таблице `survey_faculty` с полями `id`, `name`, `short_name` и `university_id`. У каждого ВУЗа может быть много факультетов, при этом каждый факультет может относиться только к одному вузу, в связи с чем организована связь один ко многим.

Учебные направления хранятся в таблице `survey_educationalprogram`. Поля – `id`, `name` и `code`. Каждое учебное направление может существовать на разных факультетах, в то же время на одном факультете может быть множество учебных направлений, поэтому между ними реализована связь много ко многим через таблицу соответствия `survey_facultyprogram` (там есть FK `faculty_id` на таблицу `survey_survey_faculty` и `program_id` на таблицу `survey_program`). Помимо связи в таблице также существует атрибут `has_budget`, который говорит о том, есть ли на направлении бюджетная форма обучения или нет.

Каждой программе конкретного факультета университета соответствуют предметы, которые необходимо сдавать для поступления. Предметы для одного и того же направления в разных вузах могут отличаться. Так, например, для поступления на направление Прикладная математика и информатика (01.03.02) в Московский физико-технический институт (МФТИ), необходимо сдавать математику, физику и русский язык. В то же время, на это направление в Финансовый университет можно поступить по математике, информатике, и русскому языку [20]. Также для одних и тех же направлений в разных ВУЗах могут различаться минимальные проходные баллы. В связи с этим, данные о предметах необходимых для поступления на учебные программы конкретных вузов отнесены в отдельную таблицу под названием `survey_universityprogramrequirement` с полями `id`, `university_program_id`, `subject_id` и `min_score` (минимальный балл по предмету).

С помощью полей `survey_universityprogram.has_budget`, `survey_university.city_id` и `survey_universityprogramrequirement.subject_id` происходит предварительная фильтрация данных для выдачи рекомендаций, которая описывалась в предыдущей работе [10]. Фильтрация по городу, наличию бюджета и предметам для сдачи ЕГЭ

позволит улучшить результаты выдачи, поскольку те направления, которые объективно не подходят абитуриенты, не будут участвовать в прогнозировании. Неподходящие направления будут просто отсеяны в самом начале. Для еще большей точности мы добавим фильтрацию по минимальному проходному баллу, который хранится в поле `survey_universityprogramrequirement.min_score`, однако она будет работать только в том случае, если результаты ЕГЭ абитуриента уже известны, и он указал их в опросе. Функционал включает случай, когда известна только часть результатов – по ним будет проходить фильтрация, а по неизвестным предметам – нет.

Идентификаторы сущностей хранятся в виде `UUID`, все необходимые поля проиндексированы для быстрого доступа к данным [21].

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В данной работе была описана архитектура рекомендательного сервиса, которая соответствует как требованиям к математическому и аналитическому обеспечению, так и Российским нормативно-правовым актам, регулирующим разработку информационно-аналитических систем в рамках единой цифровой платформы Российской Федерации "ГосТех".

Сервис имеет микросервисную архитектуру, включающую сервис обработки данных о пользователях (поступивших и поступающих), сервис генерации рекомендаций и очередь, которая реализует общение между этими сервисами с помощью API-интерфейсов взаимодействия. Система спроектирована таким образом, чтобы поддерживать интеграции с различными другими ГИС как через REST API.

В систему заложена возможность легкой интеграции авторизационного модуля, который в процессе дальнейшего исследования будет реализован через единую систему идентификации и аутентификации (ЕСИА). В системе применен апробированный алгоритм коллаборативной фильтрации. Данные будут передаваться между компонентами системы и храниться в БД в зашифрованном виде. Доступ к системе должен поддерживать двухфакторную аутентификацию, реализованную на стороне ЕСИА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная архитектура рекомендательного сервиса соответствует современным требованиям к безопасности, масштабируемости и интеграции в экосистему "ГосТех". Применение микросервисного подхода и стандартизированных API позволяет легко адаптировать систему к изменяющимся условиям и подключать новые модули.

Тем не менее, в системе есть части, которые все еще можно улучшить. Дальнейшее исследование будет сфокусировано на сравнении возможных методов машинного обучения для подобной рекомендательной системы, поскольку единственного способа создания рекомендаций недостаточно, нужен гибридный или ансамбль методов для повышения точности [22]. Будут рассмотрены такие методы, как кластерный анализ, случайный лес, а также нейронные сети. В результате будет проведен сравнительный анализ этих методов на примере использования в рекомендательном сервисе.

В то же время, мы сфокусируемся на других технических аспектах системы: для удобства работы с полученными рекомендациями и сохранения их истории, будет внедрена авторизация в рекомендательный сервис. В сервис будет добавлено шифрования данных для обеспечения технологической безопасности пользователей. Помимо этого, в сервис продолжают добавляться данные как об образовательных направлениях и ВУЗах [23], так и данные студентов, тем самым обогащая создаваемые рекомендации.

*Авторы заявляют об отсутствии
конфликта интересов.*

The authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кедярова Е.А., Савенко Д.С., Уварова М.Ю., Чернецкая Н.И. Особенности психологической готовности к ЕГЭ у старшеклассников. *Психология. Психофизиология*. 2021. Т. 14. №. 2. С. 38-45. DOI: 10.14529/jpps210204.
2. Бабенко А.С., Марголина Н.Л., Матыцина Т.Н., Ширяев К.Е. Влияние изменений в ЕГЭ по математике на перспективы высшего образования. *Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. СоциокINETика*. 2022. Т. 28. №. 3. С. 51-60. DOI: 10.34216/2073-1426-2022-28-3-51-60.
3. Медведева А.А., Ширяева Н.В. Формы и методы профессиональной ориентации. *Экономика и социум*. 2016. №. 6-2 (25). С. 108-110.
4. Парамонова С.П., Кобелева Ю.В. Выбор специальности – самый важный выбор в жизни каждого. В сб. «Формирование гуманитарной среды в вузе, техникуме, школе: инновационные образовательные технологии. Компетентностный подход» XVIII Всерос. н.-пр. конференции. Пермь: ПНИПУ. 2018. Т. 1. С. 171-178.
5. Кузьмина Ю.В. Выбор специальности обучения: прямой и непрямой эффект семейных факторов. *Высшее образование в России*. 2013. №. 10. С. 133-140.
6. Мартышенко Н.С. Исследование процессов, влияющих на удовлетворенность студентов выбором специальности. *Современное образование*. 2017. №. 4. С. 131-142. DOI: 10.25136/2409-8736.2017.4.24347.
7. Чжибо Ч., Афанасьев Г.И. Основные технологии и перспективы эволюции персонализированных рекомендательных систем. *E-Scio*. 2022. №. 4 (67). С. 309-320.
8. Ниничук М.М., Намиот Д.Е. Обзор методов построения рекомендательных систем на основе сессий. *International Journal of Open Information Technologies*. 2023. Т. 11. №. 5. С. 22-32.
9. Мохов А.И., Кислинский В.Г., Алексейчук А.С. Разработка рекомендательной системы на основе сессий с использованием многоуровневой системы отбора кандидатов. *Труды МАИ*. 2022. №. 126. С. 516-542. DOI: 10.34759/trd-2022-126-20.
10. Молчанов П.В., Смирнов Д.С. Формирование требований к аналитическому и математическому обеспечению рекомендательной системы выбора учебных направлений для абитуриентов. *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством» [Ивэкофин]*. 2025. №2(64) С. 83-94. DOI: 10.6060/livecofin.2025642.725.
11. Франсузова О.А., Рахимянова И.А. Информатизация и коллаборативная фильтрация в образовании. В сб. «Горизонты и риски развития образования в условиях системных изменений и цифровизации» XII Межд. н.-пр. конференции. М.: МИАН. 2020. С. 618-622.

REFERENCES

1. Kedyarova E.A., Savenko D.S., Uvarova M.Yu., Chernetskaya N.I. Features of psychological readiness to the unified state exam in high school students. *Psychology. Psychophysiology*. 2021. Vol. 14. N 2. P. 38-45. DOI: 10.14529/jpps210204. (in Russian).
2. Babenko A.S., Margolina N.L., Matytsina T.N., Shiryayev K.E. The impact of changes in the unified state exam in mathematics on the prospects of higher education. *Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics*. 2022. Vol. 28. N 3. P. 51-60. DOI: 10.34216/2073-1426-2022-28-3-51-60. (in Russian).
3. Medvedeva A.A., Shiryayeva N.V. Forms and methods of professional orientation. *Economics and society*. 2016. N 6-2 (25). P. 108-110. (in Russian).
4. Paramonova S.P., Kobleva Yu.V. Specialty choice is the most important choice in everyone's life. *Materials of the XIII All-Russian Scientific and Practical Conference «Formation of a humanitarian environment in a university, technical school, or school: innovative educational technologies. Competence-based approach»*. Perm: PNIPU. 2018. Vol. 1. P. 171-178. (in Russian).
5. Kuzmina Yu.V. Choosing a field of study: the direct and indirect effect of family factors. *Higher Education in Russia*. 2013. N 10. P. 133-140. (in Russian).
6. Martyschenko N.S. Research of the processes influencing students' satisfaction with the choice of specialty. *Modern education*. 2017. N 4. P. 131-142. DOI: 10.25136/2409-8736.2017.4.24347. (in Russian).
7. Jibo J., Afanasyev G.I. Main technologies and prospects for the evolution of personalized recommender systems. *E-Scio*. 2022. N 4 (67). P. 309-320. (in Russian).
8. Ninichuk M.M., Namiot D.E. Survey on Methods for Building Session-based Recommender Systems. *International Journal of Open Information Technologies*. 2023. Vol. 11. N 5. P. 22-32. (in Russian).
9. Mokhov A.I., Kislinkiy V.G., Alekseychuk A.S. Session based recommender system with multistage candidate sampling. *Trudy MAI*. 2022. N 126. P. 516-542. DOI: 10.34759/trd-2022-126-20. (in Russian).
10. Molchanov P.V., Smirnov D.S. Formation of requirements for analytical and mathematical support of the recommendation system for selecting study directions for applicants. *Ivecofin*. 2025. N 2(64). P. 83-94 DOI: 10.6060/livecofin.2025642.725. (in Russian).
11. Frantsuzova O. A., Rakhimyanova I. A. Informatization and collaborative filtering in education. *Materials of the XII International Scientific and Practical Conference «Horizons and risks of education development in the context of systemic changes and digitalization»*. Moscow: MIAN. 2020. P. 618-622. (in Russian).

12. **Зуденкова С.А.** GosTekh: от платформы к экосистеме. *Вопросы российского и международного права*. 2024. Т. 14. №. 1А. С. 292. DOI: 10.34670/AR.2024.97.92.040.
13. **Москвин А.Д., Петросян Л.Э.** Анализ современных алгоритмов шифрования данных. *Инженерный вестник Дона*. 2023. №. 4 (100). С. 102-115.
14. **Мычко С.И.** Микросервисная архитектура. *Информационные технологии*. 2019. С. 166-168. DOI: 10.17586/0021-3454-2024-67-4-345-351.
15. **Шитко А.М.** Проектирование микросервисной архитектуры программного обеспечения. *Труды БГТУ. Серия 3: Физико-математические науки и информатика*. 2017. №. 9 (200). С. 122-125.
16. **Бороздин Н.М.** Исследование и анализ практических преимуществ микросервисной архитектуры для современных веб-приложений. В сб. «*Инновационные научные исследования в современном мире*» X Межд. н.-пр. конференция. Уфа: НИЦ Вестник науки. 2023. С. 279-284.
17. **Буянова И.В., Замулин И.С.** Проектирование структуры базы данных для образовательного ресурса по онлайн-обучению языку Python. *Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова*. 2022. № 3 (41). С. 101-104.
18. **Petsas T., Tsirantonakis G., Athanasopoulos E., Ioannidis S.** Two-factor authentication: is the world ready? Quantifying 2FA adoption. *EuroSec '15: Proceedings of the Eighth European Workshop on System Security*. 2015. Article N 4. P.1-7. DOI: 10.1145/2751323.2751327.
19. **Налетова А.Н., Ермолаев М.Б.** К вопросу формализации теории ограничений. *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством» [Ивэкофин]*. 2025. № 3(65). С.104-110. DOI: 10.6060/ivecofin.2025653.737.
20. **Гвоздева Т.В., Смирнова Е.М.** Разработка системной модели формирования образовательных программ. *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством» [Ивэкофин]*. 2024. № 3(61). С. 91-96. DOI: 10.6060/ivecofin.2024613.693.
21. **Герасимов А.С., Бобков С.П.** Разработка самообучающейся системы обработки естественного языка с динамической реорганизацией знаний. *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством» [Ивэкофин]*. 2025. № 3(65). С. 77-84. DOI: 10.6060/ivecofin.2025653.734.
22. **Ляликова В.Г., Безрядин М.М.** Построение гибридной рекомендательной системы. *Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики*. 2022. С. 591-595. DOI: 10.17308/sait.2021.4/3802.
23. **Миролюбова А.А., Ксенофонтова О.Л.** Модель Майкла Портера как инструмент исследования микроокружения вуза. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2020. №3 (63). С. 24-31.
24. **Zudenkova S.A.** GosTekh: from platform to ecosystem. *Matters of Russian and International Law*. 2024. Vol. 14. N 1A. P. 292. DOI: 10.34670/AR.2024.97.92.040. (in Russian).
25. **Moskvin A.D., Petrosyan L.E.** Analysis of modern algorithms of data encryption. *Engineering bulletin of Don*. 2023. N 4 (100). P. 102-115. (in Russian).
26. **Mychko S.I.** Microservice architecture. *Information technologies*. 2019. P. 166-168. DOI: 10.17586/0021-3454-2024-67-4-345-351. (in Russian).
27. **Shitko A.M.** The design of the microservice architecture of software. *Works of BSTU. Series 3: Physical and mathematical sciences and computer science*. 2017. N 9 (200). P. 122-125. (in Russian).
28. **Borozdin N.M.** Research and analysis of practical advantages of microservice architecture for modern web applications. *Materials of the X International Scientific and Practical Conference «Innovative scientific research in the modern world»*. Ufa: Scientific Research Center "Bulletin of Science". 2023. P. 279-284. (in Russian).
29. **Buyanova I.V., Zamulin I.S.** Designing the structure of the database for the educational resource for online studying of the Python language. *Bulletin of the Khakassian State University named after N. F. Katanov*. 2022. N 3 (41). P. 101-104. (in Russian).
30. **Petsas T., Tsirantonakis G., Athanasopoulos E., Ioannidis S.** Two-factor authentication: is the world ready? Quantifying 2FA adoption. *EuroSec '15: Proceedings of the Eighth European Workshop on System Security*. 2015. Article N 4. P.1-7. DOI: 10.1145/2751323.2751327.
31. **Naletova A.N., Ermolaev M.B.** On the issue of formalizing the theory of constraints. *Ivecofin*. 2025. N 3(65). P.104-110. DOI: 10.6060/ivecofin.2025653.737. (in Russian).
32. **Gvozdeva T.V., Smirnova E.M.** Development of a system model for the formation of educational programs. *Ivecofin*. 2024. N 3(61) P. 91-96. DOI: 10.6060/ivecofin.2024613.693. (in Russian).
33. **Gerasimov A.S., Bobkov S.P.** Development of a self-learning system for natural language processing with dynamic knowledge reorganization. *Ivecofin*. 2025. N 3(65). P. 77-84. DOI: 10.6060/ivecofin.2025653.734. (in Russian).
34. **Lyalikova V.G., Bezryadin M.M.** Building a hybrid recommender system. *Current problems of applied mathematics, computer science and mechanics*. 2022. P. 591-595. DOI: 10.17308/sait.2021.4/3802. (in Russian).
35. **Mirolubova A.A., Ksenofontova O.L.** Porter Michael model as a university micro-environment research tool. *Modern High Technologies. Regional Application*. 2020. N 3 (63). P. 24-31. (in Russian).

Поступила в редакцию 24.11.2025
Принята к опубликованию 07.12.2025

Received 24.11.2025
Accepted 07.12.2025