

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра Дискретной математики и информационных технологий

**РЕАЛИЗАЦИЯ BACKEND СТОРОНЫ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ТОЧКАМИ ИНТЕРЕСА НА КАРТЕ
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 4 курса 421 группы
направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника
факультета компьютерных наук и информационных технологий
Градусова Андрея Алексеевича

Научный руководитель:

Доцент, к.ф.-м.н.

подпись, дата

И.Д. Сагаева

Зав. кафедрой:

доцент, к.ф.-м.н.

подпись, дата

Л.Б.Тяпаев

Саратов 2025

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Современный этап цифровой трансформации характеризуется стремительным ростом значения геопространственных данных во всех сферах человеческой деятельности. На фоне повсеместной цифровизации сервисов и перехода к концепции "умных городов" геоинформационные технологии перестают быть узкоспециализированным инструментом, превращаясь в критически важную инфраструктурную составляющую цифровой экономики. Особую значимость приобретают системы работы с точками интереса (POI), которые становятся связующим звеном между физическим и цифровым пространством.

В контексте глобальной урбанизации и роста мобильности населения потребность в эффективных картографических сервисах перешла из разряда удобства в категорию базовых потребностей современного общества. Пандемийные ограничения 2020-2022 годов наглядно продемонстрировали, что геосервисы являются не просто вспомогательными инструментами, а необходимым условием функционирования экономики в условиях цифрового взаимодействия. Резкий рост спроса на услуги доставки, каршеринга и дистанционных сервисов создал беспрецедентную нагрузку на существующие платформы, выявив их ключевые ограничения - закрытость архитектуры, высокую стоимость использования и недостаточную гибкость.

Параллельно с коммерческим сектором возрастает запрос на открытые геоинформационные решения со стороны государственных структур. Реализация национальных программ цифровизации городского хозяйства требует принципиально новых подходов к работе с пространственными данными. Традиционные ГИС-системы, разработанные десятилетия назад, часто не соответствуют современным требованиям к производительности, масштабируемости и интеграционной способности. Особенно остро эта проблема проявляется в сфере управления городской инфраструктурой, где необходимо оперативно обрабатывать потоки данных от IoT-устройств, датчиков и мобильных приложений.

Технологический ландшафт последних лет сформировал уникальное окно возможностей для создания нового поколения геосервисов. Появление высокопроизводительных веб-фреймворков (таких как FastAPI), развитие облачных технологий и совершенствование методов пространственной индексации создают основу для принципиально иных архитектурных решений. При этом сохраняется острая нехватка открытых и доступных для модификации платформ, которые могли бы служить основой как для коммерческих стартапов, так и для научных исследований в области обработки геоданных.

Особую актуальность разработка приобретает в свете текущих технологических трендов. Распространение технологий дополненной реальности (AR) создает потребность в высокоточных и актуальных POI-базах. Развитие автономного транспорта требует новых стандартов работы с картографическими данными. Формирование концепции Web 3.0 и децентрализованных приложений ставит вопрос о создании открытых пространственных реестров. Все эти факторы в совокупности делают разработку современного open-source backend для работы с точками интереса не просто актуальной задачей, а стратегически важным направлением в области геоинформационных технологий.

С экономической точки зрения актуальность подтверждается устойчивым ростом рынка геосервисов, который, по прогнозам аналитиков, сохранит двузначные темпы роста как минимум до 2030 года. При этом все более заметной становится тенденция к отказу от монопольных проприетарных решений в пользу открытых экосистем. Особенно ярко это проявляется в государственном секторе и научной среде, где требования к прозрачности алгоритмов и возможности кастомизации выходят на первый план. Разрабатываемое решение отвечает именно этому запросу- оно сочетает современные технологические подходы с открытостью и гибкостью, что делает его востребованным в самых разных предметных областях.

Рассмотрим более подробно актуальность темы. Для четкости формулировок введем ключевые термины:

- Backend–серверная часть приложения, обрабатывающая логику и данные
- API(ApplicationProgrammingInterface)–интерфейс взаимодействия между компонентами системы
- Frontend– клиентская часть, отвечающая за отображение интерфейса
- POI (Points of Interest)– точки интереса на карте (кафе, достопримечательности и др.)
- ГИС– геоинформационные системы для работы с пространственными данными

Разработка такого приложения актуальна по нескольким причинам:

1. Рост популярности геосервисов и навигационных приложений С развитием мобильных технологий и повсеместным распространением смартфонов спрос на картографические сервисы (Google Maps, Yandex Maps, 2GIS, OpenStreetMap) резко вырос. Пользователи активно отмечают заведения, достопримечательности, места для отдыха и работы, что формирует огромный массив геоданных. Backend такого приложения должен эффективно обрабатывать запросы, хранить и предоставлять информацию с минимальными задержками.

Нельзя забывать и про экспоненциальный рост геоданных. За последние 5 лет объем пространственных данных увеличился в 8 раз (IDC, 2023). Важно отметить влияние пандемийного сдвига. После COVID-19 67% пользователей стали чаще использовать карты для навигации в "бесконтактном" формате (McKinsey, 2022). Backend такого приложения должен эффективно обрабатывать запросы, хранить и предоставлять информацию с минимальными задержками.

2. Востребованность в туризме и локальном поиске Сервисы на основе

POI критически важны для:- Туризма— путешественники ищут достопримечательности, кафе, отели, маршруты.- Бизнеса— компании продвигают свои заведения через отметки на картах.- Городской инфраструктуры— муниципалитеты используют POI для анализа транспортной доступности и планирования застройки.

Эффективный backend позволяет быстро фильтровать места по категориям, расстоянию и рейтингу, что напрямую влияет на пользовательский опыт.

3. Развитие логистики и умных городов Сервисы доставки (Delivery Club, Яндекс.Еда), такси (Uber, Bolt) и курьерские службы используют POI для оптимизации маршрутов. В концепции "умных городов" геоданные помогают управлять парковками, общественным транспортом и ЧП-системами. Backend должен обеспечивать:

- Быстрый геопоиск (поиск в радиусе, кластеризация точек).- Интеграцию с навигационными API.

- Масштабируемость при росте числа пользователей. Доставка еды, каршеринг и логистика создают спрос на высокопроизводительные геоAPI. Отрасль растет на 18% в год (Grand View Research, 2023). Также, например, программы "Умный город" в 85% российских городов требуют открытых ГИС-решений (Минстрой РФ, 2023).

4. Необходимость в высокопроизводительных и удобных API Традиционные фреймворки (Django, Flask) не всегда обеспечивают нужную скорость обработки геоданных. FastAPI, благодаря асинхронности и автоматической генерации OpenAPI-документации, идеально подходит для:- Минимального времени отклика (critical для картографических сервисов).- Легкой интеграции с фронтендом (React, Vue.js, мобильными приложениями).- Поддержки современных стандартов аутентификации (OAuth2, JWT).

5. Перспективы развития технологий Big Data и машинного обучения Собранные геоданные можно анализировать для:

- Предсказания популярности мест (аналогично Google Popular Times)
- Персонализированных рекомендаций (как в Foursquare).
- Оптимизации бизнес-расстановки (где открыть новое кафе или магазин).

Backend на FastAPI легко масштабируется под аналитические модули и интеграцию с ML-алгоритмами.

Отдельно рассмотрим научную новизну и конкурентные преимущества:

1. Полностью открытая экосистема

В отличие от проприетарных решений (Яндекс.Карты, Google Maps), предлагаемая система распространяется под лицензией MIT с:

- Доступом ко всей кодовой базе на GitHub
- Возможностью модификации под конкретные задачи
- Бесплатным коммерческим использованием

2. Оптимизированная архитектура для работы с геоданными

По сравнению с базовым OpenStreetMap, наш backend обеспечивает:

- Поддержку кластеризации точек в реальном времени
- Встроенные механизмы для аналитики посещаемости POI

3. Экономическая эффективность

Решение устраняет ключевые боли коммерческих аналогов:

- Нулевая стоимость владения
- Отсутствие ограничений на количество запросов
- Возможность развертывания на собственной инфраструктуре

Цель бакалаврской работы – разработать высокопроизводительный backend для POI-приложения с открытым исходным кодом, превосходящий существующие аналоги по скорости обработки геоданных и функциональным возможностям.

Поставленная цель определила **следующие задачи**:

1. Рассмотреть используемые технологии, описать преимущества выбранного стека
2. Описать архитектуру и структуру построенной информационной системы, backend- и database-сервисов
3. Реализовать это с помощью выбранных инструментов

Теоретическая и/или практическая значимость бакалаврской работы. Значимость работы заключается в реализации бесплатного аналога с открытым кодом существующим сервисам по работе с картами.

Структура и объём работы. Бакалаврская работа состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников и приложения. Общий объем работы – 61 страница, из них 43 страницы – основное содержание, включая 8 рисунков, цифровой носитель в качестве приложения, список использованных источников информации – 20 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел «Обзор используемых технологий» посвящен теоритической справке и обзору используемых технологий.

Второй раздел «Сценарий использования» посвящен прототипированию и составлению сценария использования приложения, основанного на реализованном сервисе.

Третий раздел «Архитектура приложения» посвящен составлению архитектуры сервиса, который реализуется в рамках работы.

Четвертый раздел «Реализация и тестирование приложения» посвящен воспроизведению приложения и тестированию его возможностей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённая работа по разработке backend-части приложения для работы с точками интереса (POI) на основе FastAPI позволила создать современное, производительное и масштабируемое решение, отвечающее актуальным требованиям рынка геоинформационных технологий. В ходе

исследования были успешно решены поставленные задачи: проведён сравнительный анализ техно логических стеков, разработана архитектура системы, реализованы ключевые функциональные модули и проведено тестирование производительности. Полученные результаты демонстрируют значительное преимущество предложенного решения по сравнению с существующими аналогами как в техническом, так и в экономическом аспектах. Особое внимание было уделено вопросам масштабируемости архитектуры - предложенное решение демонстрирует линейный рост производительности при увеличении нагрузки и может быть развёрнуто как в облачной инфраструктуре, так и на локальных серверах. Важным аспектом разработки стало обеспечение гибкости и расширяемости системы. Реализованный модульный подход позволяет легко добавлять новые функции без необходимости переработки базовой архитектуры. Другим значимым преимуществом является полная открытость кодовой базы, что выгодно отличает решение от коммерческих аналогов и создаёт основу для формирования сообщества разработчиков вокруг проекта. С точки зрения практического применения, разработанная система уже сейчас готова к использованию в различных предметных областях- от туристических сервисов до систем управления городской инфраструктурой. Особую ценность решение представляет для малого и среднего бизнеса, позволяя создавать специализированные картографические сервисы без значительных затрат на лицензирование. Проведённые тесты безопасности подтвердили соответствие системы основным стандартам OWASP, что делает её пригодной для работы с персональными данными и коммерчески значимой информацией. Перспективы развития Технологические перспективы развития проекта охватывают несколько ключевых направлений, каждое из которых может стать основой для дальнейших исследований и практических разработок. В области обработки геоданных особый интерес представляет внедрение методов компьютерного зрения для автоматического распознавания и классификации POI на основе спутниковых 39 снимков и

фотографий пользователей. Современные алгоритмы глубокого обучения позволяют с высокой точностью идентифицировать объекты инфраструктуры, что может значительно упростить процесс наполнения и актуализации базы точек интереса. Другим перспективным направлением является разработка системы прогнозной аналитики, способной на основе исторических данных о посещаемости предсказывать нагрузку на объекты городской инфраструктуры в реальном времени. Интеграция с *emerging technologies* открывает принципиально новые возможности для развития платформы. Внедрение поддержки дополненной реальности (AR) позволит создать инновационные интерфейсы взаимодействия с пространственными данными, где информация о POI будет накладываться непосредственно на реальное изображение через камеру смартфона. Развитие технологий интернета вещей (IoT) делает актуальной разработку модуля для работы с потоками данных от городских датчиков и умных устройств. Особый потенциал имеет направление, связанное с автономным транспортом: система может быть расширена для предоставления специализированных картографических данных, учитывающих особенности навигации беспилотных *vehicles*. Организационные и бизнес-перспективы проекта включают несколько моделей коммерциализации *open-source* решения. Наиболее перспективной представляется модель *Open Core*, где базовый функционал остаётся бесплатным, а дополнительные *enterprise*-функции (например, системы мониторинга или специализированные аналитические модули) предлагаются на платной основе. Другим направлением развития может стать формирование экосистемы плагинов и расширений, создаваемых сторонними разработчиками. Особое значение имеет перспектива участия в государственных программах цифровизации городского хозяйства, где открытость и масштабируемость решения могут стать ключевыми конкурентными преимуществами. Научные перспективы проекта связаны с возможностью использования платформы как основы для исследований в области пространственного анализа и урбанистики. Накопленные данные о

перемещениях пользователей и популярности POI представляют значительную ценность для социологических и градостроительных исследований. Другим важным направлением является разработка новых алгоритмов обработки потоковых геоданных и их апробация на реальной пользовательской базе. Долгосрочной перспективой видится создание распределённой системы управления пространственными данными на основе блокчейн-технологий, обеспечивающей максимальную прозрачность и безопасность работы с геоинформацией. Разработанная система открывает новые возможности не только в технической сфере, но и в области социальных инноваций. Развитие платформы может способствовать созданию принципиально новых сервисов для людей с ограниченными возможностями, систем экологического мониторинга и инструментов гражданского участия в управлении городским пространством. Универсальность архитектуры и открытость решения создают основу для его адаптации к самым разнообразным социальным и экономическим задачам, что делает проект перспективным с точки зрения долгосрочного развития и потенциального влияния на цифровую трансформацию общества.

Основные источники информации:

1 Sebastian Ramirez, FastAPI: Modern, Fast (high-performance), web framework for building APIs with Python 3.7+ based on standard Python type hints. Available at: <https://fastapi.tiangolo.com/>

2 Michael Bayer, SQLAlchemy Documentation. Available at: <https://docs.sqlalchemy.org/>

3 Michael Bayer, Alembic: A database migrations tool for SQLAlchemy. Available at: <https://alembic.sqlalchemy.org/>

4 Aaron Parecki, OAuth 2.0 Simplified. O'Reilly Media, 2017.

5 Auth0, JSONWebTokens (JWT): Introduction. Available at: <https://jwt.io/introduction/>

6 J.Frazelle, Docker: Up and Running. O'Reilly Media, 2015.

7 PostgreSQLGlobalDevelopmentGroup,PostgreSQLDocumentation.
Available at: <https://www.postgresql.org/docs/>

8 Tom Christie, Uvicorn: The lightning-fast ASGI server implementation,
using ‘uvloop‘ and ‘httptools‘. Available at: <https://www.uvicorn.org/>

9 Harry J.W. Percival, Test-Driven Development with Python. O’Reilly
Media, 2017.

10 L.Richardson, M. Amundsen, and S. Ruby, RESTful Web APIs. O’Reilly
Media, 2013.