

СОБЫТИЙНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ТУРИСТИЧЕСКИХ ЛОКАЦИЙ НА ОСНОВЕ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ И ПОТОКОВОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Бакунович Н.А., студент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Куприянова Д.В. – маг. техн. наук, старший преподаватель

В данной работе рассматривается проектирование и программная реализация интеллектуальной информационной системы, предназначенной для автоматизации процесса формирования персональных рекомендаций в специализированной социальной сети для туристов. Основной акцент сделан на интеграции событийно-ориентированной архитектуры (EDA) и графовых структур данных для анализа пользовательской активности в режиме реального времени.

Традиционные рекомендательные системы на базе SQL не способны оперативно адаптироваться к динамичному контексту пользователя и нагрузкам [1]. Актуальной задачей является создание гибкой архитектуры, преобразующей потоки гео-событий в релевантные персональные рекомендации «на лету». Разрабатываемое решение основано на синтезе распределенного брокера сообщений и графовой базы данных [2, 3], что позволяет разделить процессы сбора данных и их аналитической обработки. Архитектура системы включает следующие ключевые компоненты:

1 Событийный слой (Event Streaming). Центральным узлом обмена данными выступает кластер Apache Kafka [2]. Каждое взаимодействие пользователя с мобильным приложением (геопозиционирование, создание контента, «лайк», поисковый запрос) инкапсулируется в объект события и направляется в соответствующие топики брокера. Это позволяет реализовать реактивный подход: система не ждет запроса от пользователя, а заранее формирует данные на основе входящего потока событий. Использование механизма разделения данных в Kafka обеспечивает горизонтальное масштабирование системы при росте числа активных узлов до сотен тысяч одновременно.

2 Графовое ядро. Пользователи, интересы и локации представлены в виде узлов графа, а их взаимодействия (подписки, посещения) – в виде динамических ребер. В отличие от реляционных таблиц, графовая модель позволяет выполнять глубокий обход (multi-hop traversal) для поиска сложных ассоциаций, таких как схожие паттерны перемещений разных пользователей [4].

3 Геопространственная фильтрация. Для оптимизации производительности графовые рекомендации проходят через слой пространственной индексации. Использование древовидных структур (например, Quadtree) позволяет мгновенно ограничивать выборку объектов по критерию удаленности от текущих координат пользователя, что критично для мобильных устройств с ограниченными ресурсами [5].

Предложенный подход к построению социальной сети позволяет достичь следующих результатов:

- сокращение времени отклика системы при формировании сложных рекомендаций за счет асинхронной обработки через очереди сообщений;
- повышение точности попадания в интересы пользователя благодаря использованию графовых алгоритмов ранжирования (например, PageRank для локаций);
- обеспечение масштабируемости платформы в периоды пиковой туристической активности.

Таким образом, внедрение событийно-ориентированной архитектуры в сочетании с графовыми структурами данных является эффективным решением для создания современных интеллектуальных туристических сервисов.

Разработанная архитектура позволяет автоматизировать процесс подбора персональных туристических маршрутов, снизить вычислительную нагрузку на серверную часть при масштабировании и повысить вовлеченность пользователей за счет предоставления актуального и контекстно-зависимого контента.

Список использованных источников:

1. Закамская Л. Л. Моделирование процессов обслуживания в условиях цифровизации // Сборник материалов научно-практической конференции. – 2020.
2. Apache Kafka Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kafka.apache.org>. – Дата доступа: 10.03.2026.
3. Neo4j Graph Data Platform [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://neo4j.com>. – Дата доступа: 20.03.2026.
4. Робинсон, Я. Графовые базы данных: новые возможности для работы со связанными данными / Я. Робинсон, Д. Вебер, Э. Эйфрем; [пер. с англ. А. Слинкина]. – Москва : ДМК Пресс, 2016. – 256 с. (Обоснование графовых моделей).
5. Samet, H. Foundations of Multidimensional and Metric Data Structures / H. Samet. – San Francisco : Morgan Kaufmann, 2006. – 1024 p. (Обоснование Quadtree и гео-индексов).