

УДК 004.00 65.011.56

doi 10.54708/22259309_2025_334106

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

И. И. Нурмухаметов¹, Е. И. Филосова²

¹ nurmukhametov.idel@yandex.ru, ² filosova@yandex.ru

¹⁻²ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (УУНТ)

Аннотация. В статье рассматривается создание информационной системы для мониторинга загрязнения окружающей среды в Республике Башкортостан. Эта система позволяет эффективно отслеживать и сохранять данные о состоянии экосистем, что способствует улучшению экологического контроля и более быстрому реагированию на экологические угрозы. Описаны функции системы, её преимущества и особенности использования.

Ключевые слова: Республика Башкортостан; мониторинг загрязнений; экологический контроль; автоматизация функций; информационная система.

В условиях ухудшения экологической обстановки и роста антропогенной нагрузки на окружающую среду возрастает потребность в комплексных информационных решениях, обеспечивающих мониторинг и анализ экологических показателей в режиме реального времени. Современные информационные системы позволяют собирать, структурировать и визуализировать данные о состоянии окружающей среды, способствуя более оперативному реагированию на экологические вызовы. Для Республики Башкортостан, являющейся промышленно развитым регионом с интенсивной добычей ресурсов, наличие подобного инструмента приобретает стратегическое значение.

Появление и развитие цифровых технологий, особенно в рамках концепции Industry 4.0, даёт возможность использовать информационные платформы, которые раньше применялись в основном в производственной сфере, для экологического мониторинга [1]. Концепция предполагает объединение физических и цифровых процессов, а также применение киберфизических систем. В контексте экологии это позволяет связать реальные источники загрязнения с цифровыми системами учёта, анализа и визуализации.

Предлагаемая информационная система для мониторинга загрязнений окружающей среды включает в себя ряд функций, направленных на поддержку различных процессов экологического контроля:

1. Сбор данных о загрязнении окружающей среды. В систему удобно интегрировать данные о выбросах вредных веществ и парниковых газов в атмосферу, размещенных отходах и сбросах в водоемы.

2. Хранение и обработка данных. Система предоставляет инструменты для структурированного хранения больших объемов данных и их обработки в режиме реального времени.

3. Анализ и визуализация данных. Система позволяет отображать данные в графическом виде, что облегчает восприятие информации и повышает точность анализа.

4. Интеграция с геоинформационными системами (ГИС). Для анализа пространственного распределения загрязнений система поддерживает отображение данных на карте и

взаимодействие с ГИС-платформами, что позволяет пользователям визуализировать информацию и получать доступ к географическим данным.

Комплекс функций, реализуемый информационной системой и выполненный в виде модели «Function Tree» в методологии Mermaid [3], отображен на рис. 1.

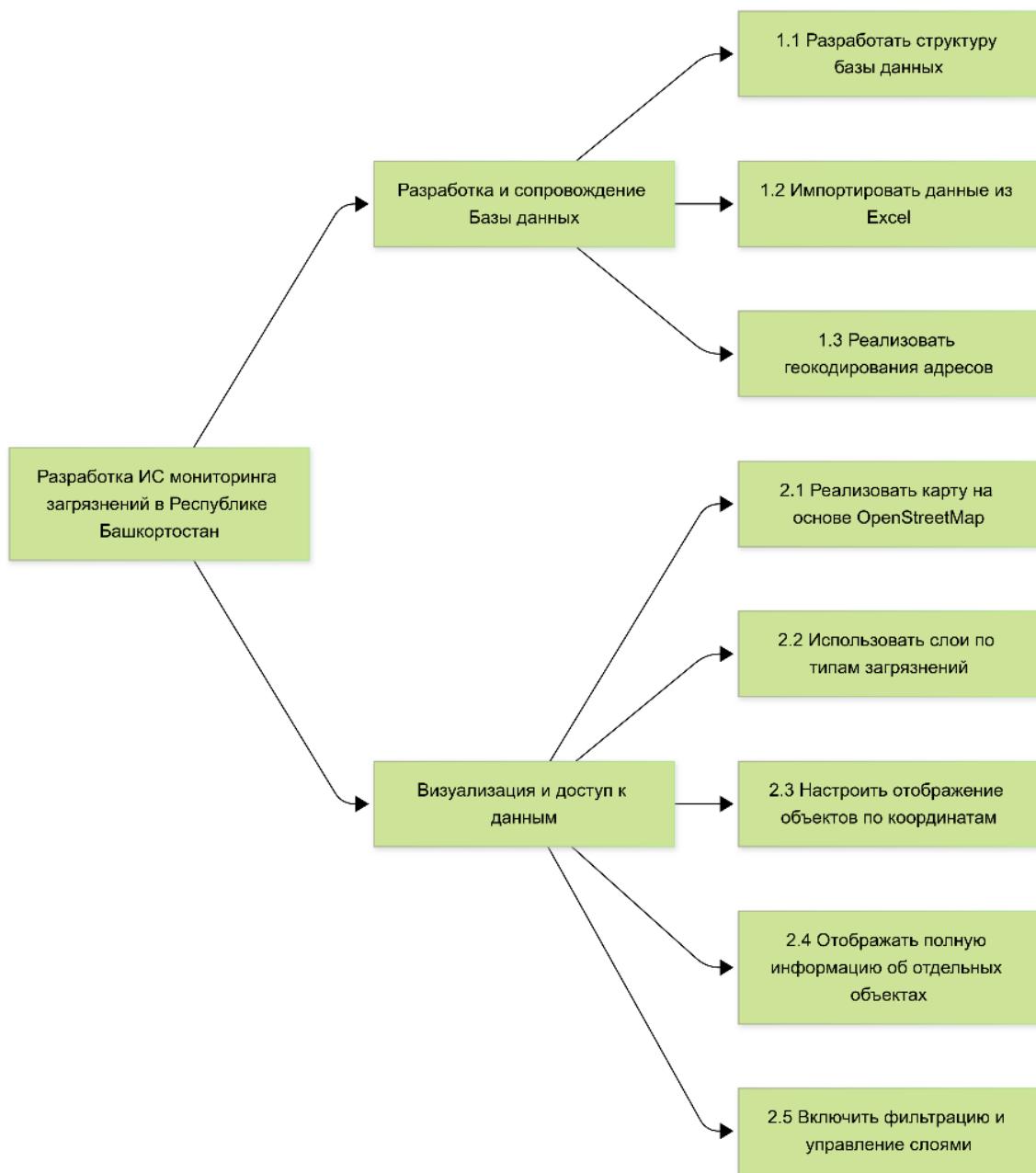


Рис. 1 Дерево функций

Разработанная информационная система мониторинга загрязнений окружающей среды в Республике Башкортостан обеспечивает централизованный сбор и обработку экологических данных. Она включает модульную архитектуру с чётким разделением между базой данных, серверной логикой и пользовательским интерфейсом. В систему импортируются сведения о выбросах в атмосферу, сбросах в водоёмы, образовании отходов и выбросах парниковых газов. Каждому объекту загрязнения сопоставлены координаты, что позволяет точно отобразить его расположение на карте.

Схема взаимодействия пользователя с системой, визуализированная в методологии Mermaid [3], отображена на рис. 2.

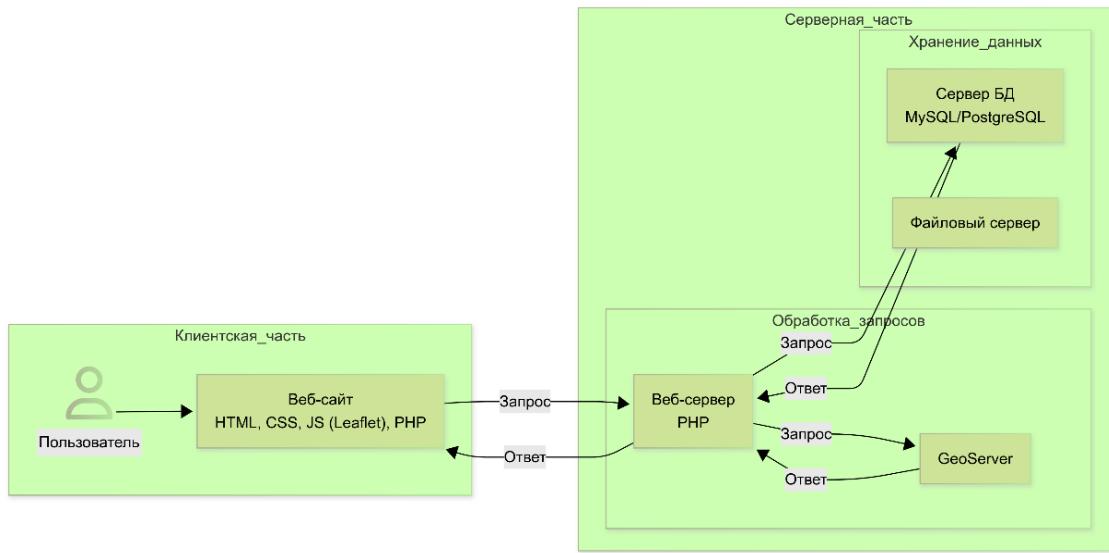


Рис. 2 Схема взаимодействия пользователя с системой

Серверная часть системы, реализованная с использованием языка PHP, обеспечивает подключение к базе данных MySQL, импортирует данные из Excel-таблиц, нормализует информацию и формирует структурированные ответы в формате JSON. Пользовательский интерфейс использует библиотеку Leaflet.js и подключает OpenStreetMap в качестве картографической основы. Загрязнения отображаются в виде полупрозрачных зон, цвет и размер которых зависят от типа и суммарного объема загрязнения. Слои загрязнений разделены по видам: выбросы, сбросы, отходы, парниковые газы. Пользователь может переключать отображение слоев, фильтровать данные, а при наведении на объект получать подробную информацию об объекте.

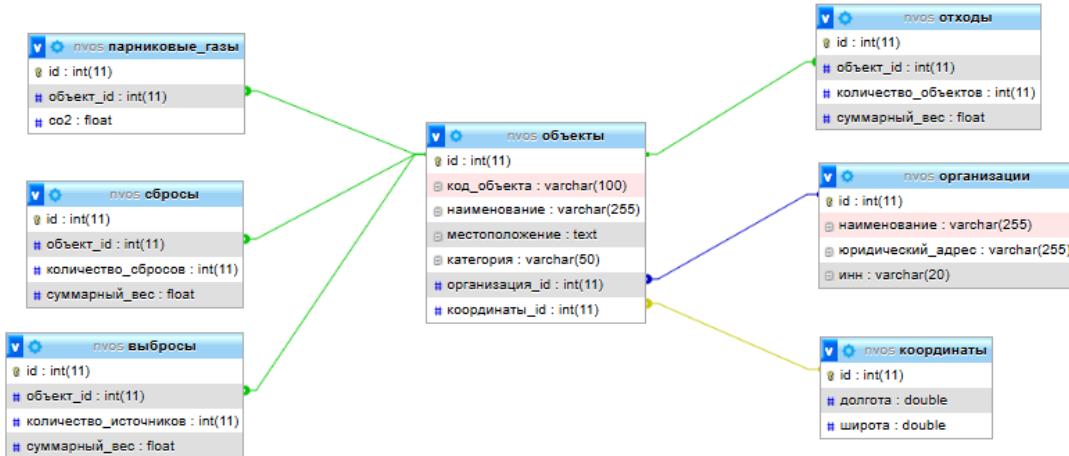


Рис. 3 Инфологическая модель

База данных имеет многоуровневую структуру с несколькими таблицами: организации, координаты, объекты и четыре типа загрязнений. Данные связаны внешними ключами. Такая структура обеспечивает целостность и надёжность при масштабировании и обновлении. При импорте система автоматически связывает записи с координатами и организациями.

Инфологическая модель базы данных, представленная в MySQL phpmy admin [4], отображена на рис. 3.

Использование GeoJSON-файлов позволяет накладывать на карту границы регионов (например, Республики Башкортостан), что дополнительно повышает точность визуализации.

Также предусмотрена возможность интеграции геокодеров, таких как Яндекс геокодер или Nominatim, для определения координат по адресу для последующего их отображения на карте.

Кроме основной визуализации на карте, система предусматривает разработку дополнительных аналитических модулей, включая построение графиков, диаграмм и экспорт отчётов. Благодаря открытой архитектуре система может быть легко расширена и адаптирована под потребности различных организаций, включая государственные органы, научные учреждения и экологические инициативы.

Примеры работы информационной системы отображены на рис. 4 и 5.

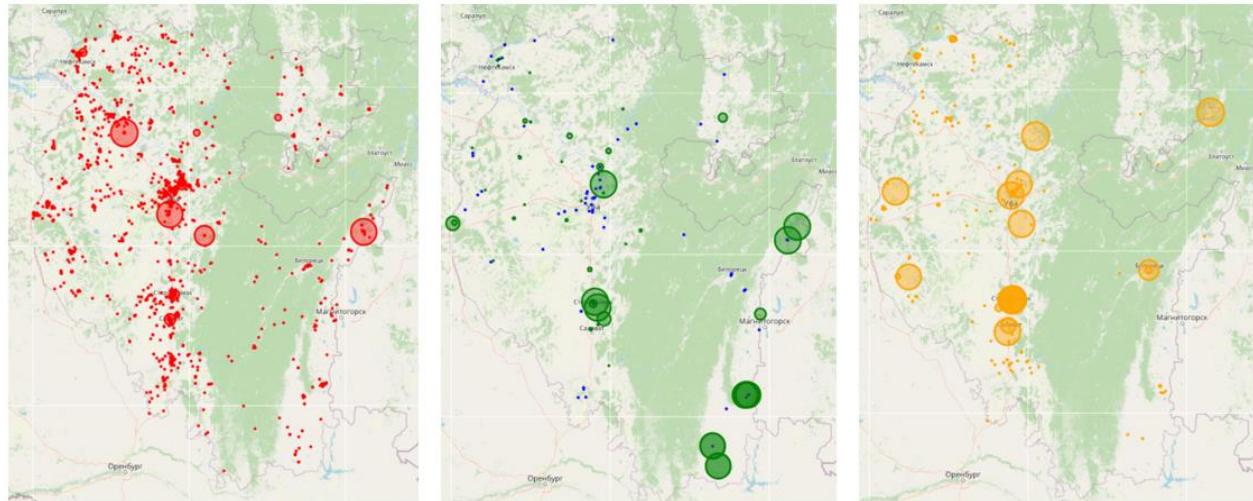


Рис. 4 Отображение регионов загрязнений по различным типам выбросов

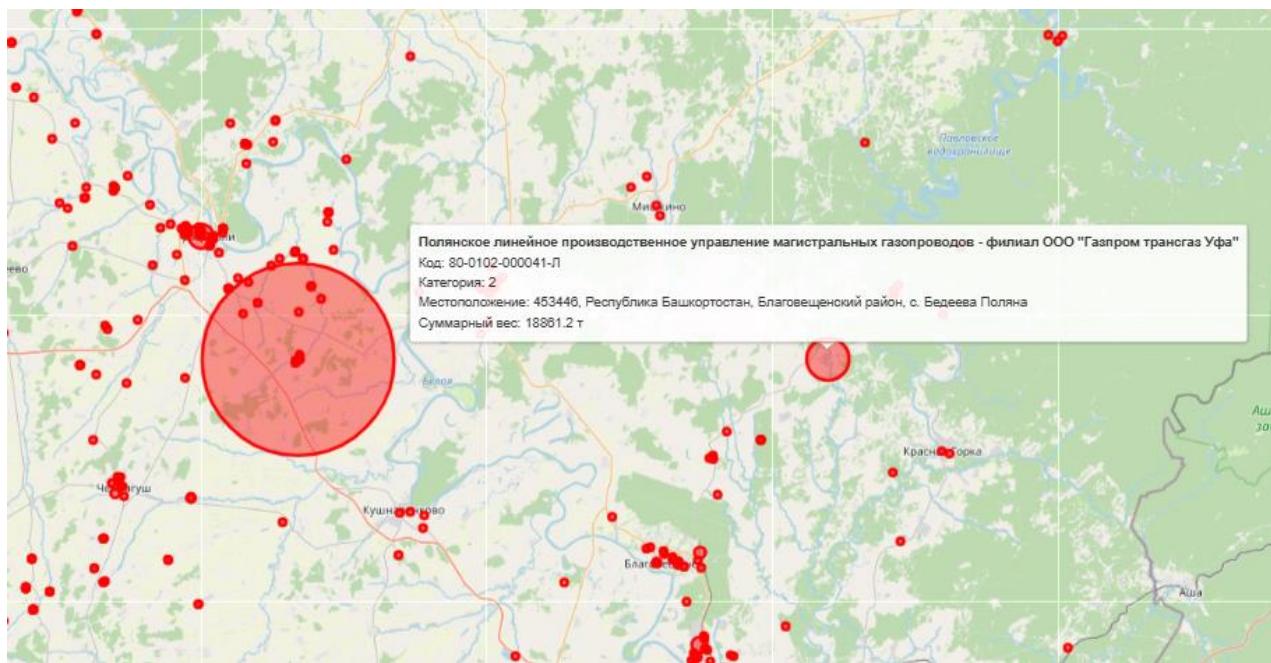


Рис. 5 Отображение информации об определенном объекте загрязнения

Данная информационная система призвана увеличить эффективность экологического контроля и улучшить качество анализа и контроля состояния окружающей среды Республики Башкортостан. Система также предлагает интеграцию с ГИС и возможность визуализации данных, что делает её удобной для использования не только обычными пользователями, но и заинтересованными структурами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Martynov V. Information Architecture to Support Engineering Education in the Era of Industry 4.0 / V. Martynov, E. Filosova, Y. Egorova // 2022 6th International Conference on Information Technologies in Engineering Education, Inforino 2022 - Proceedings: 6, Moscow, 12–15 апреля 2022 года. Moscow, 2022. DOI 10.1109/Inforino53888.2022.9782999.
2. Мартынов В. В., Филосова Е. И., Зверева Н. Н., Шаронова Ю. В., Дидақ Т. Г. Управление жизненным циклом информационных систем: Учебное пособие. Уфа: РИК УГАТУ, 2016. 358 с.
3. Knuth H. Mermaid.js: Syntax and Documentation Guide / H. Knuth, J. Wood // Official Documentation. <https://mermaid.js.org>, 2024. 416 с.
4. MySQL Reference Manual. MySQL 8.0 Reference Manual / Oracle Corporation. <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/>. 3684 с.

ОБ АВТОРАХ

НУРМУХАМЕТОВ Идель Илдусович, студ. каф. ГИС.

ФИЛОСОВА Елена Ивановна, канд. техн. наук, доцент

METADATA

Title: Development of an information system for tracking environmental pollution levels in the Republic of Bashkortostan.

Author: I.I. Nurmukhametov¹, E.I. Filosova²

Affiliation:

^{1,2} Ufa University of Science and Technology (UUST), Russia.

Email: ¹nurmukhametov.idel@yandex.ru, ²filosova@yandex.ru

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa University of Science and Technology), no. 3 (34), pp. 106-110, 2025. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: The article discusses the development of an information system for monitoring environmental pollution in the Republic of Bashkortostan. This system enables efficient tracking and storage of data on the state of ecosystems, contributing to improved environmental control and faster response to ecological threats. The functions of the system, its advantages, and features of its use are described.

Key words: Republic of Bashkortostan; pollution monitoring; environmental control; function automation; information system.

About authors:

NURMUKHAMETOV Idel Ildusovich, student, Dept. of GEOINFORMATION SYSTEMS (UUST).

FILOSOVA Elena Ivanovna, PhD in Engineering, Associate Professor.