

# МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ВЕЩЕСТВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ ЗНАЧЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Шалькевич П. К.

Кафедра экономической информатики,

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: p.k.shalkevich@gmail.com

*Материал посвящен описанию процессов мониторинга параметров загрязняющих окружающую среду веществ и подходов к прогнозированию их значений с применением геоинформационных систем в контексте решения задачи комплексной оценки состояния биосферы.*

## ВВЕДЕНИЕ

Современные подходы к изучению мониторинга окружающей среды позволяют в качестве основной его задачи выделить задачу комплексной оценки состояния биосферы. Решение этой задачи позволит полноценно оценить состояние окружающей среды, как открытой системы, учитывая всю совокупность факторов, влияющих на эту систему. Решение такой задачи требует применения специализированных программных и технических средств, разработка которых является актуальным и перспективным направлением научной деятельности [1]. Применение технических средств для решения задачи комплексной оценки состояния биосферы во многом обусловлено спецификой применяемых для решения этой задачи программных средств, которые направлены не только на обеспечение мониторинга окружающей среды, но и прогнозирование изменений ее параметров. При разработке такого рода программных средств особое внимание отводится хранению данных, обеспечению возможностей по применению методов обработки и анализа этих данных, а также методам численного моделирования и методам принятия решений [1, 2].

## I. МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ВЕЩЕСТВ

В основе мониторинга окружающей среды лежит наблюдение за его объектами, в качестве которых могут выступать: почвы, атмосферный воздух, сточные и поверхностные воды, а также конкретные показатели их загрязнителей. Согласно данным Главного информационно-аналитического центра Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь существуют следующие виды мониторинга окружающей среды [3]: мониторинг земель, мониторинг поверхностных вод, мониторинг подземных вод, мониторинг атмосферного воздуха, мониторинг озонового слоя, мониторинг растительного мира, мониторинг лесов, мониторинг животного мира, радиационный мониторинг, геофизиче-

ский мониторинг, локальный мониторинг окружающей среды, комплексный мониторинг естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях, комплексный мониторинг торфяников, социально-гигиенический мониторинг, система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Учитывая очевидность привязки мониторинга окружающей среды к объекту, стоит отметить, что одним из важнейших критериев этой привязки являются географические координаты, что подчеркивает тесную связь современных систем мониторинга окружающей среды с геоинформационными системами (ГИС).

Ярким примером ГИС онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды в Республике Беларусь является «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района» [4]. Видно, что в этой ГИС информация об окружающей среде представлена в виде набора геомаркеров, к которым привязаны данные измерений параметров компонентов окружающей среды (см. рис. 1).

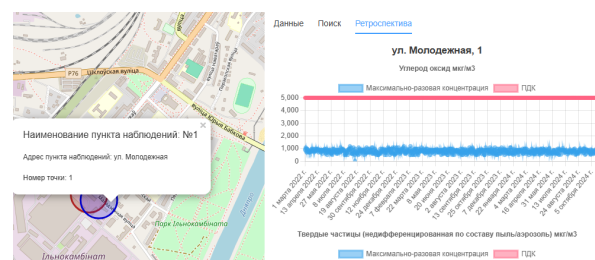


Рис. 1 – Данные измерений оксида углерода в пункте наблюдений № 1 по ул. Молодежной города Орши

Геомаркеры, в свою очередь, привязаны к картографическим данным веб-сервисов OpenStreetMap и Google Maps. Этим данным может быть достаточно не только для экспертной оценки состояния окружающей среды, но и для разработки и верификации моделей, позволяющих осуществлять прогнозирование изменения ее параметров.

## II. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ВЕЩЕСТВ

Как известно, существует два основных подхода к прогнозированию значений параметров окружающей среды: феноменологический и эмпирический. К феноменологическому относятся подходы, основанные на разработке математических моделей, описывающих процессы миграции загрязняющих веществ, и их дальнейшем применению в рамках программных продуктов [5, 6]. К эмпирическому же относятся подходы, основанные на применении стохастических моделей, полученных путем установления зависимостей выходных параметров от входных путем проведения экспериментов над объектом, а также законов теории вероятности и математической статистики. К проявлению такого подхода относятся прогнозы, получаемые при помощи нейросетевых технологий [7], а также инновационные методики, реализующие ранжирование радиоэкологических рисков на основании изучения динамики соответствующих угроз [8].

Описанные подходы для прогнозирования значений параметров загрязняющих окружающую среду веществ находят свое применение при решении ряда прикладных задач: для принятия решений по организации мониторинга на водосборах территорий, предназначенных для строительства и эксплуатации ядерных и радиационных объектов; для прогноза состояния окружающей среды после масштабных выбросов загрязнителей; для разработки мероприятий по снижению поступления загрязнителей в растениеводческую продукцию, в том числе за счет создания геохимических барьеров на пути их распространения, и предотвращению их накопления в организмах людей; для формирования комплексной оценки состояния биосферы в виде элемента системного кода программно-вычислительных комплексов по оценке экологической безопасности. Стоит отметить, что эти задачи могут быть решены с использованием данных Главного информационно-аналитического центра Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь, в частности, данных

ГИС «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района», которая позволяет не только проводить ретроспективный анализ параметров загрязняющих окружающую среду веществ, но и использовать показанные в нем данные для разработки эмпирических моделей анализа и прогнозирования изменений параметров поллютантов и верификации феноменологических моделей, описывающие соответствующие физические процессы.

## III. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шалькевич, П. К. Система управления данными и программное обеспечение для комплексной оценки состояния биосферы / П. К. Шалькевич, Д. С. Лавникович, Ю. С. Городная, А. В. Чемецова // Доклады БГУИР. – 2024. – Т. 22, № 4. – С. 92–99.
2. Шалькевич, П. К. Алгоритм автоматизации процессов ввода и обработки исходных данных для компьютерного прогнозирования пространственной миграции радионуклидов в почвах / П. К. Шалькевич, А. О. Долматова // Цифровая трансформация. – 2023. – Т. 29, № 3. – С. 34–42.
3. Главный информационно-аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. – Минск, 2024. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/>. – Дата доступа: 25.10.2024.
4. Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды Республики Беларусь. – Минск, 2024. – Режим доступа: <https://orsha-esokarta.gov.by/>. – Дата доступа: 25.10.2024.
5. Шалькевич, П. К. Верификация численных методов и математической модели, разработанных для моделирования миграции радионуклидов в природных дисперсных средах / П. К. Шалькевич, С. П. Кундас // Доклады БГУИР. – 2021. – Т. 19, № 3. – С. 66–74.
6. Шалькевич, П. К. Компьютерное прогнозирование пространственного распределения концентрации Cs-137 в почве / П. К. Шалькевич // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2021. – Т. 65, № 2. – С. 139–145.
7. Кундас, С. П. Разработка нейронных сетей для прогнозирования миграции химических веществ в почве и алгоритмов их обучения / С. П. Кундас, В. И. Коваленко, О. С. Хилько // Наука и техника. – 2010. – № 2. – С. 32–38.
8. Герменчук, М. Г. Динамика состава радиационной обстановки и ранжирование радиоэкологических рисков в Республике Беларусь / М. Г. Герменчук, Н. Н. Цыбулько, П. К. Шалькевич, Т. В. Дашкевич // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2024. № 2. – С. 136–144.