

Секция «Экология и охрана окружающей среды (СГУВТ)»

Мониторинг и оценка антропогенного загрязнения грунтовых вод: современные подходы

Очагова Мария Александровна

Студент (бакалавр)

Сибирский государственный университет водного транспорта, Гидротехнический факультет, Новосибирск, Россия
E-mail: masha-ochagova@mail.ru

Антропогенное загрязнение грунтовых вод представляет серьезную угрозу для качества питьевой воды, здоровья населения и функционирования экосистем. Глубокое понимание источников, путей миграции и степени воздействия загрязнителей необходимо для разработки эффективных стратегий защиты этого ценного ресурса.

Основные источники загрязнения:

- Сельскохозяйственная деятельность. Наиболее значимый источник, связанный с широкомасштабным применением минеральных удобрений (особенно азотных, приводящих к повышенному содержанию нитратов) и пестицидов. Также сюда относятся стоки животноводческих ферм.

- Промышленные предприятия. Выбросы и сбросы промышленных отходов, содержащих тяжелые металлы (свинец, ртуть, кадмий, мышьяк), органические растворители, фенолы, нефтепродукты и другие токсичные вещества.

- Коммунально-бытовые стоки. Недостаточно очищенные или неочищенные сточные воды из населенных пунктов, содержащие патогенные микроорганизмы, органические вещества, нитраты, фосфаты и моющие средства.

- Несанкционированные свалки и полигоны ТБО. Фильтрат, образующийся при разложении отходов, содержит широкий спектр загрязнителей, включая токсичные соединения и тяжелые металлы, которые могут проникать в грунтовые воды.

- Разливы нефтепродуктов. Аварии на нефтепроводах, автозаправочных станциях, хранилищах горюче-смазочных материалов.

- Добыча полезных ископаемых. Отвалы горных пород, шахтные воды могут содержать соли тяжелых металлов и другие вредные вещества.

Современные методы мониторинга.

Современный мониторинг грунтовых вод является многоуровневым и включает в себя следующие основные компоненты:

1. Натурные наблюдения

- Сеть наблюдательных скважин. Создание и поддержание сети наблюдательных скважин, репрезентативно охватывающих потенциально загрязненные территории.

- Регулярный отбор проб воды с последующим лабораторным анализом по широкому спектру показателей (химических, бактериологических, радиологических).

- Непрерывный мониторинг с помощью автоматических датчиков для измерения ключевых параметров (рН, температура, электропроводность, растворенный кислород, уровень воды).

- Изучение гидрогеологических условий для понимания направлений и скоростей движения грунтовых вод.

- Геофизические методы. Для оценки пространственного распределения загрязнений и исследования гидрогеологической структуры.

2. Дистанционные методы исследования

- Спутниковая съемка и аэрофотосъемка. Позволяют выявлять поверхностные проявления загрязнения (например, утечки, зоны затопления, изменения растительности, связанные с загрязнением).

- Термография, мультиспектральная съемка. Могут использоваться для обнаружения участков с аномальной температурой или спектральными характеристиками, указывающими на наличие загрязнения.

3. Лабораторный анализ

- Химический анализ Определение содержания макро- и микрокомпонентов, органических загрязнителей (ПДК, ПДВ).

- Микробиологический анализ Выявление патогенных бактерий, вирусов, простейших.

- Радиологический анализ Определение уровня естественных и искусственных радионуклидов.

- Изотопный анализ

- Стабильные изотопы (например, ^{15}N , ^{18}O , ^2H) позволяют идентифицировать источники загрязнения (например, сельскохозяйственные удобрения, сточные воды) и понять процессы трансформации загрязнителей.

- Радиоактивные изотопы (например, тритий, ^{14}C) используются для определения возраста воды и оценки гидрогеологических параметров.

4. Математическое моделирование

- Моделирование гидродинамики Прогнозирование движения грунтовых вод.

- Моделирование переноса загрязнителей Прогнозирование распространения загрязняющих веществ в водоносных горизонтах, оценка времени достижения определенных зон, определение наиболее уязвимых участков.

- Интегрированные модели. Объединяют гидродинамику, перенос загрязнителей и оценку рисков.

Оценка степени загрязнения и рисков:

- Сравнительный анализ с нормативными показателями Оценка превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) для питьевой воды и нормативов качества окружающей среды.

- Индексация загрязнения. Расчет комплексных индексов для обобщенной оценки качества грунтовых вод.

- Оценка экосистемных рисков. Влияние загрязнения на водные организмы, прибрежные зоны.

- Оценка рисков для здоровья человека. Установление вероятности негативного воздействия на здоровье при потреблении загрязненной воды.

- Картирование уязвимости и рисков. Создание карт, отображающих территории, наиболее подверженные загрязнению, и потенциальные зоны риска.

Заключение

Эффективный мониторинг и оценка антропогенного загрязнения грунтовых вод требуют применения комплекса современных, взаимодополняющих методов. Интеграция полевых наблюдений, дистанционных технологий, глубоких лабораторных исследований, изотопного анализа и математического моделирования позволяет не только выявлять существующие проблемы, но и прогнозировать их развитие, а также разрабатывать научно обоснованные меры по охране и восстановлению качества грунтовых вод.

Источники и литература

- 1) Методические рекомендации по организации и ведению мониторинга подземных вод / ВСЕГИНГЕО. — Москва, 1985. — 45 с.

- 2) ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. — Введ. 2001-07-01. — Москва: Стандартиформ, 2000. — 12 с.
- 3) ГОСТ Р 8.563-96. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. — Введ. 1997-07-01. — Москва: ИПК Издательство стандартов, 1996. — 20 с.
- 4) Экологический мониторинг с помощью спутников в 2025 году: новые возможности технологий // Komandor Povolje. — URL: <https://komandor-povolje.ru/jekologicheskij-monitoring-s-pomoshhju-sputnikov-v-2025-godu-novye-vozmozhnosti-tehnologij/> (дата обращения: 02.04.2026).
- 5) Мониторинг состояния загрязнения подземных вод // Studfile. — URL: <https://studfile.net/preview/4251152/page:7/> (дата обращения: 02.04.2026).