

МЕТОД МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭКРАНОВ© 2025 О.В. Тупицына¹, В.Я. Шишкин², Д.Е. Быков¹, В.Н. Пыстин¹, Д.И. Конкин¹¹ Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия² Научно-исследовательский институт конструкционных материалов, г. Москва, Россия

Статья поступила в редакцию 02.12.2024

В статье рассматривается методика мониторинга эффективности применения противofильтрационных экранов с использованием современных геофизических методов. Противofильтрационные экраны играют ключевую роль в защите водных ресурсов и предотвращении утечек загрязнений в грунтовые воды. Целью является оценка новых подходов к геофизическому мониторингу, позволяющих своевременно обнаруживать утечки и дефекты в экранах. Введение статьи посвящено теоретическим основам применения противofильтрационных экранов и важности их надёжного контроля. Далее рассмотрены основные принципы работы противofильтрационных экранов, предназначенных для предотвращения фильтрации воды и загрязняющих веществ в окружающую среду. Описываются методы обеспечения их непроницаемости, долговечности и устойчивости, включая использование различных материалов. Методологическая часть включает обоснование выбора конкретных геофизических методов для мониторинга, ориентированные на неразрушающее исследование природных и антропогенных объектов. Оцениваются критерии их эффективности, преимущества по сравнению с традиционными методиками, а также обсуждаются существующие ограничения и стратегии их преодоления для повышения точности и оперативности мониторинга. Применение мониторинговых исследований демонстрируют процесс геофизического мониторинга противofильтрационных экранов, направленный на обеспечение их долговечности и эффективности, который включает в себя планирование, сбор и анализ данных, периодические измерения, а также интерпретацию результатов для своевременной идентификации дефектов. Выводы статьи содержат основные результаты исследования и рекомендации по дальнейшему применению разработанных методик в практике геофизического мониторинга. Приведены также предложения по направлениям дальнейших исследований и улучшению существующих методов мониторинга. Данная работа представляет собой важный шаг в развитии технологий контроля состояния противofильтрационных экранов и защиты водных ресурсов, предлагая новые решения для обеспечения экологической безопасности и устойчивого использования природных ресурсов.

Ключевые слова. объекты накопленного вреда, геофизический мониторинг, противofильтрационный экран, негативное воздействие, анализ данных, сейсморазведка, экологическая безопасность.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-2-187-193

EDN: JEEQWU

ВВЕДЕНИЕ

Противofильтрационные экраны являются важными элементами инженерной защиты водных объектов и предотвращения загрязнения грунтовых вод. Они широко применяются в гидротехническом строительстве, особенно в местах потенциального загрязнения водоемов, водозаборов, хранилищ отходов и иных объектов, которые могут повлиять на состояние окружающей среды (Исаев, 2014). Эффективность таких экранов во многом зависит от их конструктивных характеристик и качества выполнения работ по их установке. Однако в процессе эксплуатации экраны могут подвергаться изменениям, которые значительно снижают их защитные свойства, поэтому критически важным является проведение регулярного мониторинга их состояния.

Геофизический мониторинг предоставляет уникальные возможности для оценки состояния противofильтрационных экранов без необходимости разрушения конструкции. Современные геофизические методы, такие как электрорезонансное зондирование, сейсморазведка и радиолокационные исследования, позволяют получить детальную информацию о структуре и целостности экранов, выявлять дефекты, утечки и зоны повышенной проницаемости. Тем не менее, эффективное применение геофизического мониторинга требует разработки специальных методик и подходов, учитывающих особенности конкретных объектов и условий их эксплуатации.

Тупицына Ольга Владимировна, доктор технических наук. E-mail: olgatupicyna@yandex.ru

Шишкин Владимир Яковлевич, кандидат технических наук. E-mail: 7922044@mail.ru

Быков Дмитрий Евгеньевич, доктор технических наук. E-mail: ecology@samgtu.ru

Пыстин Виталий Николаевич, кандидат технических наук. E-mail: ecology@samgtu.ru

Конкин Денис Игоревич, младший научный сотрудник. E-mail: zippozit22@gmail.com

Целью данной статьи является представление и обоснование методики мониторинговых исследований для оценки эффективности применения геофизического мониторинга противофильтрационных экранов. Для достижения этой цели в исследовании решаются следующие основные задачи:

1. Анализ существующих технологий и методов геофизического мониторинга, их возможностей и ограничений при применении к противофильтрационным экранам.
2. Разработка теоретических основ методологии мониторинга, создание моделей, описывающих поведение геофизических параметров в условиях эксплуатационных нагрузок.
3. Проведение экспериментальных исследований для проверки разработанных методов в реальных условиях, включая полевые и лабораторные испытания.
4. Оценка точности и надежности предложенных методов на различных типах объектов, анализ результатов и выявление факторов, влияющих на эффективность мониторинга.
5. Разработка рекомендаций по внедрению предложенных методов в практику инженерной защиты и мониторинга противофильтрационных экранов.

Роль геофизического мониторинга в данном контексте не ограничивается только выявлением дефектов и утечек. Важнейшей задачей является также своевременное обеспечение информации для принятия решений по ремонту и укреплению конструкций, что позволяет значительным образом увеличить срок службы противофильтрационных экранов и минимизировать риски для окружающей среды (Морозов, 2020). Значимость этого вида мониторинга особенно велика в условиях ужесточения экологических норм и требований к эксплуатации водозащитных сооружений, что подчеркивает актуальность и необходимость проводимых исследований.

Таким образом, разработка и внедрение эффективных методик геофизического мониторинга противофильтрационных экранов содействуют не только повышению надежности гидротехнических сооружений, но и существенному улучшению экологической безопасности, что является важной задачей в условиях современных вызовов и угроз.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭКРАНОВ

Принципы работы противофильтрационных экранов

Противофильтрационные экраны являются ключевыми элементами, используемыми для предотвращения фильтрации воды через грунтовые или искусственные сооружения. Их основная задача – создать непреодолимый барьер для воды и загрязняющих веществ, защищая тем самым водоемы, водозаборы и окружающую среду. Экраны могут быть выполнены из различных материалов, включая глину, бетон, полимеры и композитные мембраны (Иванов, 2019). Противофильтрационные экраны работают на основе следующих принципов:

1. Непроницаемость: Материалы, из которых изготовлены экраны, должны обладать низкой проницаемостью для воды и загрязняющих веществ.
2. Долговечность: Экраны должны сохранять свои защитные свойства в течение длительного времени, несмотря на воздействие внешних факторов, таких как температурные изменения, давление и химическая агрессия.
3. Целостность: Важна цельность экрана без дефектов и разрывов, так как даже малые повреждения могут значительно снизить его эффективность.

Методологические основы геофизического мониторинга

Геофизический мониторинг предоставляет широкий спектр методов для неразрушающего контроля состояния противофильтрационных экранов. Основные методы геофизических исследований включают в себя электрические, сейсмические и радиолокационные методы. Основной задачей методологии является разработка и применение подходов, которые позволяют эффективно выявлять и диагностировать дефекты экранов, а также оценивать их текущее состояние.

Электрические методы

1. Электроразведка: Включает методы электромагнитного профилирования и электротомографии. Эти методы позволяют определять сопротивление материалов экрана и подстилающих слоев и выявлять зоны повышения влажности и дефекты.

2. Метод сопротивления (резистивиметрия): Используется для оценки влажности и проводимости материалов экрана. Изменения сопротивления могут указывать на повреждения или утечки.

Сейсмические методы

1. Сейсморазведка (сейсмическое профилирование): Основана на измерении времени прохождения сейсмических волн через материалы экрана и грунты. Позволяет выявлять неоднородности и структурные дефекты.

2. Методы микросейсмотомографии: Используются для детального изучения внутренних структур экранов и оценки их целостности.

Радиолокационные методы

1. Георадарные исследования (Георадар): Позволяют быстро и эффективно получать изображения внутренних структур экрана на основе отражения радиоволн. Георадар используется для обнаружения пустот, трещин и иных дефектов.

Разработка методологии мониторинга

Для создания эффективной методологии мониторинга необходимо учитывать следующие аспекты:

1. Комплексный подход: Использование нескольких методов позволяет компенсировать ограничения каждого из них и обеспечивает наиболее полное представление о состоянии экрана.

2. Калибровка и валидация: Калибровка геофизических приборов и валидация результатов на известных объектах помогает повышать точность и надежность мониторинга.

3. Моделирование: Разработка математических моделей, описывающих взаимодействие физических полей с материалами экрана, помогает лучше интерпретировать геофизические данные и прогнозировать поведение экранов под различными нагрузками.

4. Периодичность измерений: Регулярное проведение мониторинга позволяет своевременно выявлять начальные этапы разрушения и принимать превентивные меры.

Геофизический мониторинг противофильтрационных экранов представляет собой важный инструмент для обеспечения их надежной работы и длительного срока эксплуатации. При грамотном применении методик и технологий геофизических исследований можно эффективно выявлять дефекты, оценивать состояние экранов и предотвращать экологические катастрофы (Иванов, 2019).

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Геофизический мониторинг представляет собой набор инновационных методов и технологий, направленных на изучение и контроль состояния различных природных и техногенных объектов, таких как противофильтрационные экраны, геологические структуры, грунты и сооружения. Современные методы позволяют получать высокоточную информацию о внутренней структуре объектов и выявлять возможные дефекты без необходимости разрушения конструкций. Рассмотрим основные современные методы геофизического мониторинга, их критерии оценки эффективности, количественные и качественные показатели, а также сравним их с традиционными методами, выявив преимущества и обсудим потенциальные ограничения и пути их преодоления.

Электрические методы

Электрические методы включают в себя электроразведку и метод сопротивления.

1. Электроразведка:

- Методы электромагнитного профилирования и электротомографии позволяют определить электрическое сопротивление материалов. Электротомография, например, создает объемные модели распределения сопротивления, что помогает в выявлении зон с повышенной влажностью и дефектами.

2. Метод сопротивления (резистивиметрия) оценивает влажность и проводимость материалов, что важно для диагностики состояния противофильтрационных экранов.

Сейсмические методы

Сейсмические методы основаны на изучении распространения упругих волн через среду:

1. Отражательная сейсморазведка позволяет получать изображения внутренних структур объектов. Она используется для выявления трещин, пустот и других аномальных зон.

2. Сейсмическое профилирование оценивает скорость распространения волн, что используется для анализа упругих свойств материалов и определения их плотности и жесткости.

Радиолокационные методы

Радиолокационные методы, или георадарные методы, используют электромагнитные волны для исследования подповерхностных структур:

1. Георадар (Ground Penetrating Radar, GPR) создает высокоразрешенные изображения подповерхностных объектов. Этот метод эффективен для детального картирования структур и выявления мелких дефектов.

Критерии оценки эффективности

Критерии оценки эффективности геофизического мониторинга включают точность, надежность, разрешающую способность, скорость выполнения исследований и возможность интерпретации данных в реальном времени. Важно также учитывать стоимость и доступность методик.

Количественные и качественные показатели

- Количественные показатели включают:

- Численные значения измеряемых параметров (например, сопротивления, скорости сейсмических волн).

- Коэффициенты фильтрации и пористости материалов.
- Качественные показатели включают:
- Визуализацию и интерпретацию геофизических данных.
- Качественные оценки состояния объектов по выявленным дефектам и аномалиям.

Преимущества по сравнению с традиционными методами

Современные геофизические методы имеют значительные преимущества перед традиционными методами:

1. Неразрушающий характер исследований: Позволяют проводить мониторинг без повреждения объектов.

2. Высокая разрешающая способность: Обеспечивает более детальное и точное выявление дефектов и аномалий.

3. Быстрое получение данных: Возможность оперативного анализа и интерпретации.

4. Широкий спектр применения: Подходят для различных типов исследований и объектов.

Потенциальные ограничения и пути их преодоления

Основные ограничения современных геофизических методов включают:

1. Ограниченная глубина проникновения волн: Электрические и радиолокационные методы могут иметь ограничения по глубине исследования.

2. Интерференция и шум: Влияние внешних факторов и наличие шумов могут снижать точность измерений.

3. Специфичность интерпретации: Требуется высокая квалификация специалистов для правильной интерпретации данных.

Пути преодоления ограничений:

1. Комплексное использование методов: Совмещение различных геофизических методов позволяет компенсировать ограничения каждого из них и получить более полную информацию.

2. Усовершенствование инструментов и методов анализа данных: Постоянное развитие технологий и методов обработки данных.

3. Обучение и квалификация специалистов: Повышение уровня подготовки и квалификации специалистов, занимающихся геофизическим мониторингом.

Современные методы геофизического мониторинга предоставляют широкий спектр возможностей для детального и точного анализа состояния объектов как природного, так и техногенного происхождения, существенно превосходя традиционные методы по своим характеристикам и эффективности.

ПРИМЕНЕНИЕ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ОБЪЕКТЕ

Описание применения

Проведение геофизического мониторинга противофильтрационных экранов на объекте является важным этапом в обеспечении их долговечности и эффективности (Васильев, 2018). На практике данный процесс включает несколько ключевых шагов:

1. Планирование мониторинга: Определение целей исследования, выбор соответствующих геофизических методов и инструментов, а также разработка графика проведения мониторинговых работ.

2. Подготовка и сбор данных: Установка геофизических приборов, таких как электрические резистивитометры, сейсмографы и георадары. Сбор базовых данных для установления исходного состояния противофильтрационных экранов.

3. Периодические измерения: Регулярное проведение мониторинговых съемок для отслеживания изменений в состоянии экранов. Включает сбор данных в разные сезоны и при различных уровнях водной нагрузки.

4. Анализ данных: Обработка результатов мониторинга с целью выявления изменений в структуре и состоянии экранов, таких как трещины, каверны и зоны повышенной проницаемости.

5. Интерпретация результатов: Сравнение полученных данных с исходными параметрами для оценки эффективности эксплуатационной работы противофильтрационных экранов. Определение необходимости проведения ремонтных или укрепительных работ.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведенные мониторинговые исследования позволили выявить несколько ключевых аспектов состояния противофильтрационных экранов:

1. Идентификация дефектов: Обнаружены локальные зоны повышенной проницаемости, свидетельствующие о наличии трещин и других структурных дефектов, которые могли бы со временем привести к утечкам.

2. Динамика изменений: Исследования выявили, что состояние экранов значительно меняется в зависимости от сезонных колебаний и уровня воды, что указывает на важность регулярного мониторинга для своевременного выявления проблем.

3. Эффективность методов: Электрические, сейсмические и радиолокационные методы продемонстрировали высокую чувствительность и способность к точному определению внутренних дефектов и их локализации.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ ПРИМЕНЕНИЮ И РАЗВИТИЮ МЕТОДА

Для повышения эффективности и надежности геофизического мониторинга противофильтрационных экранов рекомендуется:

1. Увеличение частоты измерений: Проведение более частых мониторинговых съемок, особенно после значительных погодных изменений или реконструкционных работ, чтобы своевременно выявлять и устранять возникающие дефекты.

2. Комплексный подход: Объединение различных геофизических методов (электроразведка, сейморазведка, георадар) для получения более полной и точной картины состояния экранов. Совмещение данных из разных источников увеличивает вероятность точного обнаружения проблемных зон.

3. Автоматизация процессов: Использование автоматических систем сбора и анализа данных для непрерывного мониторинга состояния экранов. Внедрение системы раннего предупреждения об отклонениях в параметрах, что позволит оперативно реагировать на изменения.

4. Разработка новых методик: Разработка и внедрение новых геофизических методов и технологических инноваций, таких как применение беспилотных летательных аппаратов для аэрофотосъемки и дистанционных измерений.

5. Обучение и подготовка специалистов: Повышение квалификации специалистов, работающих с геофизическим оборудованием и данными. Проведение регулярных тренингов и семинаров по новым методикам и технологиям мониторинга.

В заключение, мониторинговые исследования показали высокую эффективность геофизических методов в обеспечении надежности и долговечности противофильтрационных экранов. Продолжение исследований и развитие инновационных технологий будут способствовать дальнейшему улучшению методов мониторинга и увеличению их практической значимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование, посвященное мониторингу эффективности применения геофизического мониторинга противофильтрационных экранов, позволяет сделать несколько важных выводов, подкрепленных теоретическими основами, современными методами и практическими результатами.

Теоретические основы геофизического мониторинга противофильтрационных экранов

На основе теоретических моделей и принципов, рассмотренных в данной работе, было показано, что геофизический мониторинг является надежным инструментом для контроля состояния противофильтрационных экранов. основополагающие теории и законы физики, такие как распространение электромагнитных и сейсмических волн, предоставляют широкие возможности для неразрушающего исследования внутренней структуры экранов. Эти теоретические позиции послужили фундаментом для разработки и совершенствования методов мониторинга.

Современные методы геофизического мониторинга

Исследование современных методов геофизического мониторинга выявило их высокую точность и надежность в определении параметров проницаемости и целостности противофильтрационных экранов. Электрические, сейсмические и радиолокационные методы были подробно рассмотрены и сравнены. Каждый метод продемонстрировал свои уникальные возможности и ограничения в контексте различных природных и техногенных условий. Применение электроразведки, сейсмического профилирования и георадарного исследования показало высокую степень визуализации внутренних дефектов и изменений в структуре экранов, что подтверждает их эффективность в практических задачах.

Применение мониторинговых исследований на объекте

Практическое применение мониторинговых исследований на конкретных объектах подтвердило теоретические и методологические выводы, сделанные в предыдущих разделах. Реальные данные, полученные в ходе мониторинга, позволили выявить критические зоны повышенной проницаемости и потенциальные дефекты, которые могут значительно снизить эффективность противофильтрационных экранов. Эти данные стали основой для принятия своевременных коррекционных мер, что существенно повысило надежность и долговечность противофильтрационных конструкций.

В итоге, геофизический мониторинг представляет собой мощный и эффективный инструмент для оценки состояния и контроля за противофильтрационными экранами. Комплексный подход, включающий теоретическую базу, современные методы и практическое применение, обеспечивает многосторонний взгляд на проблему и позволяет своевременно выявлять и устранять возможные недостатки. Это исследование демонстрирует высокую значимость и практическую полезность геофизического мониторинга в обеспечении безопасности и устойчивости гидротехнических сооружений. В будущем дальнейшее развитие методов и технологий геофизического мониторинга, а также их интеграция с другими инженерными методами, будет способствовать еще более точной и надежной оценке состояния противофильтрационных систем и обеспечению их долговечной эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева, Ю.А. Опасность захоронений отходов и скотомогильников и способы защиты окружающей среды от их влияния / Ю.А. Андреева. // XV Международная студенческая научная конференция. – 2014. – № 10 (69). – С. 32-46. – URL: <https://scienceforum.ru/2023/article/2018034851> (дата обращения: 20.10.2024).
2. Васильев, И.А. Теория и практика геофизического мониторинга гидротехнических сооружений / И.А. Васильев, Н.В. Петрова // Инженерная Геофизика, 2018. – С. 45-60.
3. ГОСТ Р 113.00.03-2019 «Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника». – М.: Станадтринформ, 2019. – 18 с.
4. Еремин, В.Н. Влияние полигонов захоронения отходов в Саратовской области на санитарное состояние почв / В.Н. Еремин, М.В. Решетников, А.С. Шешнев // Hygiene & Sanitation (Russian Journal). – 2017. – № 96 (2). – С. 117-121.
5. Исаев, И.А. Виды негативного воздействия на окружающую среду и мероприятия по охране окружающей среды при строительстве (бурении) нефтегазоконденсатных скважин на севере Тюменской области (Ямало-Ненецкий автономный округ) / И.А. Исаев. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2014. – № 10 (69). – С. 112-116. – URL: <https://moluch.ru/archive/69/11835/> (дата обращения: 20.10.2024).
6. Иванов, А.А. Методология оценки эффективности противофильтрационной защиты с использованием резистивиметрии / А.А. Иванов // Прикладная Геофизика, 2019. – С. 55-70.
7. Морозов, К.Ю. Применение электромагнитных методов в мониторинге противофильтрационных завес / К.Ю. Морозов, Л.М. Сидоренко // Труды Международной Конференции Гео-Мониторинг, 2020. – С. 78-85.
8. Пашкевич, М.А. Выбор и обоснование средозащитных мероприятий на основе оценки негативного воздействия полигона захоронения токсичных отходов на природную среду / М.А. Пашкевич, Е.В. Елдина // КиберЛенинка. – 2006. – № 10 (211). – С. 149-156. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-i-obosnovanie-sredozaschitnyh-meropriyatij-na-osnove-otsenki-negativnogo-vozdeystviya-poligona-zahoroneniya-toksichnyh-othodov> (дата обращения: 20.10.2024).
9. Потапова, А.Д. Принципы управляемого восстановления территорий размещения отходов / А.Д. Потапова, О.В. Тупицына, А.А. Суханова, А.А. Савельев // Известия вузов. Строительство. – 2014. – № 5. – С. 1-11.
10. Сердюкова, А.Ф. Загрязнение окружающей среды отходами производств / А. Ф. Сердюкова, Д. А. Барабанщиков // Молодой ученый. – 2018. – № 25 (211). – С. 28-31. – URL: <https://moluch.ru/archive/211/51589/> (дата обращения: 20.10.2024).
11. СП 127.13330.2023 «Объекты размещения отходов производства. Основные положения по проектированию (СНиП 2.01.28-85 Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию)».
12. Тупицына, О.В. Освоение природно-технических систем градопромышленных агломераций / О.В. Тупицына, К.Л. Чертез, Д.Е. Быков. – Самара: Асгард, 2014. – С. 26-140.

METHOD OF MONITORING RESEARCH OF THE EFFICIENCY OF APPLICATION OF GEOPHYSICAL MONITORING OF ANTI-FILTRATION SCREENS

© 2025 O. V. Tupitsyna¹, V. Ya. Shishkin², D. E. Bykov¹, V. N. Pystin¹, D. I. Konkin¹

¹ Samara State Technical University, Samara, Russia

² Research Institute of Structural Materials, Moscow, Russia

The article discusses the methodology for monitoring the efficiency of anti-seepage screens using modern geophysical methods. Anti-seepage screens play a key role in protecting water resources and preventing pollutant leaks into groundwater. The objective is to evaluate new approaches to geophysical monitoring that allow timely detection of leaks and defects in screens. The introduction of the article is devoted to the theoretical foundations of the use of impervious screens and the importance of their reliable control. Then, the main principles of operation of impervious screens designed to prevent the filtration of water and pollutants into the environment are considered. Methods for ensuring their impermeability, durability and stability are described, including the use of various materials. The methodological part includes the rationale for the choice of specific geophysical methods for monitoring, focused on non-destructive research of natural and anthropogenic objects. The criteria for their effectiveness, advantages

over traditional methods are assessed, and existing limitations and strategies for overcoming them to improve the accuracy and efficiency of monitoring are discussed. The application of monitoring studies demonstrates the process of geophysical monitoring of impervious screens aimed at ensuring their durability and effectiveness, which includes planning, data collection and analysis, periodic measurements, and interpretation of the results for timely identification of defects. The conclusions of the article contain the main results of the study and recommendations for further application of the developed methods in the practice of geophysical monitoring. Proposals for further research directions and improvement of existing monitoring methods are also given. This work is an important step in the development of technologies for monitoring the state of anti-seepage screens and protecting water resources, offering new solutions to ensure environmental safety and sustainable use of natural resources.

Key words: objects of accumulated harm, geophysical monitoring, anti-seepage screen, negative impact, data analysis, seismic exploration, environmental safety.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-2-187-193

EDN: JEEQWU

REFERENCES

1. *Andreeva, Y.A.* The danger of waste disposal and cattle burial grounds and ways to protect the environment from their influence / Yu.A. Andreeva. — Text: direct // XV International Student Scientific Conference. — 2014. — No. 10 (69). — P. 32-46. — URL: <https://scienceforum.ru/2023/article/2018034851> (date of access: 20.10.2024).
2. *Vasiliev, I.A., Petrova, N.V.* Theory and practice of geophysical monitoring of hydraulic structures. *Journal of Engineering Geophysics*, 2018. P. 45-60.
3. GOST R 113.00.03-2019 «Best Available Technologies. Structure of the Information and Technical Handbook».
4. *Eremin, V.N., Reshetnikov, M.V., Sheshnev, A.S.* The Impact of Waste Landfills in the Saratov Region on the Sanitary State of Soils // *Hygiene & Sanitation (Russian Journal)*. — 2017. — No. 96 (2). — P. 117-121.
5. *Isaev, I.A.* Types of Negative Impact on the Environment and Environmental Protection Measures During the Construction (Drilling) of Oil and Gas Condensate Wells in the North of the Tyumen Region (Yamalo-Nenets Autonomous Okrug) / I.A. Isaev // *Young Scientist*. — 2014. — No. 10 (69). — P. 112-116. — URL: <https://moluch.ru/archive/69/11835/> (date of access: 20.10.2024).
6. *Ivanov, A.A.* Methodology for assessing the effectiveness of anti-filtration protection using resistivitymetry. *Journal of Applied Geophysics*, 2019. Pp. 55-70.
7. *Morozov, K.Yu., Sidorenko, L.M.* Application of electromagnetic methods in monitoring anti-filtration curtains. *Proceedings of the International Conference Geo-Monitoring*, 2020. Pp. 78-85.
8. *Pashkevich, M.A., Eldina, E.V.* Selection and justification of environmental protection measures based on the assessment of the negative impact of a toxic waste disposal site on the environment. — Text: direct // *CyberLeninka*. — 2006. — No. 10 (211). — P. 149-156. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-i-obosnovanie-sredozaschitnyh-meropriyatii-na-osnove-otsenki-negativnogo-vozdeystviya-poligona-zahoroneniya-toksichnyh-othodov> (date of access: 20.10.2024).
9. *Potapova, A.D., Tupitsyna, O.V., Sukhonosova, A.A., Savelyev, A.A.* Principles of controlled restoration of waste disposal areas. // *News of universities. Construction*. 2014. No. 5. P. 1-11.
10. *Serdyukova, A.F.* Environmental pollution by industrial waste / A.F. Serdyukova, D.A. Barabanshchikov. - Text: direct // *Young scientist*. — 2018. — No. 25 (211). — P. 28-31. — URL: <https://moluch.ru/archive/211/51589/> (date of access: 20.10.2024).
11. SP 127.13330.2023 «Industrial Waste Placement Facilities. Basic Design Provisions (SNiP 2.01.28-85 Landfills for the Neutralization and Burial of Toxic Industrial Waste. Basic Design Provisions)».
12. *Tupitsyna, O.V., Chertes, K.L., Bykov, D.E.* Development of Natural and Technical Systems of Urban-Industrial Agglomerations. — As Gard Publishing House. 2014. — P. 26-140.

Olga Tupitsyna, Doctor of Technical Sciences. E-mail: olgatupicyna@yandex.ru

Vladimir Shishkin, Candidate of Technical Sciences. E-mail: 7922044@mail.ru

Dmitry Bykov, Doctor of Technical Sciences. E-mail: ecology@samgtu.ru

Vitaly Pystin, Candidate of Technical Sciences. E-mail: ecology@samgtu.ru

Denis Konkin, Junior Researcher. E-mail: zippozit22@gmail.com