

**Загрязнение подземных вод нефтепродуктами на участке территории г. Ярославль и пути реабилитации**

**Научный руководитель – Расторгуев Александр Владилинович**

**Миролюбов Николай Александрович**

*Студент (магистр)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра гидрогеологии, Москва, Россия

*E-mail: nik.mirolyubov@gmail.com*

Цель работы. Оценка распределения нефтепродуктов в грунтах и водоносных горизонтах, моделирование миграции загрязнения, а также выбор технологически и экономически целесообразных методов локализации и устранения загрязнения на территории бывшего сажевого завода в Ярославле.

Актуальность. Загрязнение подземных вод нефтепродуктами (LNAPL) представляет серьёзную экологическую угрозу для урбанизированных территорий. Участок «Зелёное масло» в Ярославле является примером долговременного загрязнения, связанного с деятельностью бывшего сажевого завода. Необходима разработка эффективных методов реабилитации для предотвращения дальнейшего распространения загрязнения в Волгу и защиты питьевых водных ресурсов.

Методы исследования

- Полевые наблюдения и отбор проб из скважин;
- Лабораторные анализы грунтов и подземных вод;
- Гидродинамическое и миграционное моделирование с использованием программ MOFAT и PetraSim/TOUGH2;
- Оценка эффективности различных технологий очистки (дренаж, промывка грунтов, биоремедиация).

Ключевые результаты

1. Основной объём загрязнения сосредоточен в первом безнапорном водоносном горизонте, представленном песками и техногенными отложениями.
2. Существующая дренажная система обеспечивает откачку  $\sim 7 \text{ м}^3$  нефтепродуктов в месяц, но для полной реабилитации территории потребуется более 100 лет.
3. Наиболее реалистичными вариантами реабилитации являются:
  - Вариант 2: Пассивное дренирование с усиленным перехватом загрязнённых вод (сокращение шлейфа загрязнения, технологическая простота).
  - Вариант 1: Минимальное вмешательство с длительными сроками естественной стабилизации (низкие затраты, но повышенные экологические риски).
4. Предложенный вариант 4 (активная промывка 5%-м раствором  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) не имеет достаточного научного обоснования и может привести к вторичному загрязнению и геохимическим нарушениям.

Выводы

1. Загрязнение подземных вод на участке «Зелёное масло» носит устойчивый характер и требует активных мер по локализации.
2. Оптимальным решением является модернизация дренажной системы по схеме пассивного дренирования, обеспечивающая контроль миграции загрязнения без значительного удорожания работ.
3. Использование реагентных методов (промывка ПАВ) возможно только после проведения лабораторных и пилотных испытаний на конкретных грунтах объекта.

4. Результаты работы могут быть использованы для разработки систем мониторинга и реабилитации подземных вод на промышленных площадках в урбанизированных условиях.

Ключевые слова: загрязнение подземных вод, нефтепродукты (LNAPL), реабилитация грунтов, гидрогеологическое моделирование, Ярославль, экологическая безопасность.