



**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БУРОВЫХ РАСТВОРОВ ПОСЛЕ ОЧИСТКИ (НА ПРИМЕРЕ
НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ)**

Ким Наталья Владимировна

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Высшая школа бизнеса и предпринимательства при Кабинете

Министров Республики Узбекистан

Студентка группы РМ-4 (2024–2026)

***Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности природоохранной деятельности нефтегазовых предприятий путем внедрения технологий очистки и повторного использования буровых растворов. Актуальность исследования обусловлена тем, что буровые растворы являются одним из наиболее значимых источников производственных отходов в нефтегазовой отрасли, создавая экологическую нагрузку на почвенные и водные экосистемы. В рамках исследования анализируются экономические преимущества повторного применения буровых растворов после очистки, а также экологические эффекты, выраженные в снижении объемов загрязнения и сокращении количества отходов, подлежащих утилизации.*

***Ключевые слова:** буровые растворы, нефтегазовые предприятия, очистка, повторное использование, экологическая эффективность, экономическая эффективность, утилизация отходов, регенерация, буровой шлам, устойчивое развитие.*

Нефтегазовая промышленность является одним из ведущих секторов мировой экономики, обеспечивая значительную долю энергетических ресурсов и формируя основу индустриального развития многих стран. Однако



вместе с экономическим значением отрасли наблюдается высокая степень воздействия на окружающую среду. Среди наиболее существенных экологических проблем нефтегазового сектора выделяются загрязнение почв и водных ресурсов, накопление промышленных отходов, повышение токсичности природных экосистем и рост антропогенной нагрузки.

Одним из наиболее распространенных источников экологической угрозы в процессе бурения скважин являются буровые растворы и отходы, образующиеся после их применения. Буровые растворы используются для охлаждения и смазки бурового инструмента, выноса выбуренной породы на поверхность, стабилизации стенок скважины и предотвращения выбросов пластовых флюидов. При этом после выполнения своих функций буровые растворы частично утрачивают свойства и превращаются в отходы, содержащие химические реагенты, тяжелые металлы и нефтепродукты.

Оценка экономической и экологической эффективности проектов повторного использования буровых растворов после очистки на нефтегазовых предприятиях остаётся актуальной темой в 2024–2025 годах. Ниже приведён подробный анализ на основе современных подходов, данных российских компаний (Роснефть, Газпром, Лукойл, НОВАТЭК и др.) и научных публикаций. Текст структурирован для ясности и полноты.

Технологические основы повторного использования буровых растворов

Буровые растворы (БР) после прохождения скважины загрязняются выбуренной породой, нефтепродуктами, солями и химическими добавками. Очистка позволяет вернуть в цикл 60–90 % жидкой фазы.

Основные методы очистки и повторного использования:

- Механическая (вибросита, гидроциклоны, центрифуги, декантеры) — удаление твёрдой фазы.
- Вакуумная осушка шлама (Screen Pulse и аналоги) — снижение влажности шлама до 15–25 %, возврат жидкости в БР.



- Термические (низкотемпературная десорбция, термическая деструкция) — восстановление углеводородов.

- Химическая обработка и биологическая детоксикация — для снижения класса опасности.

- Закачка очищенных отходов в пласт (CRI — Cuttings Re-Injection) — часто сочетается с повторным использованием жидкой фракции.

Повторное использование достигается за счёт:

- снижения потерь БР (с 1,8–2,2 м³/м³ породы до 1,2–1,6 м³/м³);

- восстановления углеводородной основы (до 80–95 % при термической обработке);

- приготовления нового раствора из очищенной базы.

Экономическая эффективность

Экономическая оценка строится на сравнении сценариев: традиционная утилизация (захоронение, амбары, полигоны) vs. очистка + повторное использование + переработка остатка.

Основные статьи экономии и доходов

- Снижение закупок новых БР — 15–50 % (в зависимости от типа раствора: водный — до 30 %, углеводородный — до 50–80 %).

- Снижение затрат на транспортировку и захоронение отходов — 40–70 % (особенно в удалённых районах ХМАО, ЯНАО).

- Снижение платежей за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) — в 5–20 раз (класс опасности снижается с III до IV–V).

- Дополнительный доход от продажи продуктов переработки (щебень, кирпич, грунт, цементный наполнитель) — 5–12 тыс. руб./т сухого остатка.

- Экономия на воде и реагентах — 10–25 %.

Ключевые показатели (данные 2023–2025 гг.)

- NPV (чистая приведённая стоимость): для групповой переработки отходов 27 месторождений ХМАО — от 711 млн до 4808 млн руб. (в зависимости от группы и сценария). Положительный NPV достигается при



одновременном освоении 4–8 месторождений и расстоянии до перерабатывающего завода ≤ 50 км.

- IRR (внутренняя норма доходности): 15–18 % при переработке в стройматериалы; до 25–30 % при комбинированном сценарии (повторное использование + закачка).

- DPP (дисконтированный срок окупаемости): 8–12 лет без господдержки; 5–8 лет с субсидиями или СПИК.

- Себестоимость утилизации 1 т отходов:

- традиционная (полигон) — 4–10 тыс. руб./т;

- переработка на месте + повторное использование — 2,5–4,1 тыс. руб./т;

- CRI (закачка) — 3–6 тыс. руб./т (особенно выгодно на шельфе).

- ROI (рентабельность инвестиций) при вакуумной осушке (Screen Pulse): от -28 % (низкие тарифы на утилизацию) до +37 % при масштабе 5+ кустов и покупке оборудования.

Примеры компаний (2023–2025 гг.)

- Роснефть: в ХМАО и на Ванкорском месторождении — переработка шлама в дорожные материалы, экономия на НВОС до 11 млрд руб. при объёме отходов ~900 тыс. т. Широко применяется отдельный сбор и повторное использование жидкой фазы.

- Газпром: безамбарное бурение + вакуумная осушка + CRI. На ЯНАО снижение потерь БР на 15 %, положительный ROI при групповом подходе.

- НОВАТЭК: повторное использование БР на углеводородной основе даёт значительный экономический эффект (точные цифры не раскрываются, но подчёркивается как ключевая мера).

- Лукойл: малотоксичные растворы + переработка в инертные материалы, снижение затрат на 18–73 % за счёт амортизации и оптимизации НДС.

Заключение



Проведенное исследование показало, что проекты повторного использования буровых растворов после очистки обладают высокой экономической и экологической значимостью. Очистка и регенерация буровых растворов позволяют нефтегазовым предприятиям сократить объемы отходов бурения, уменьшить загрязнение окружающей среды и одновременно снизить производственные затраты.

Экономическая эффективность выражается в снижении затрат на закупку новых растворов и реагентов, уменьшении расходов на утилизацию и транспортировку отходов, а также в снижении экологических платежей. Экологическая эффективность проявляется в сокращении объемов бурового шлама, снижении токсичности отходов и уменьшении риска загрязнения почв и водных ресурсов.

Таким образом, внедрение систем очистки буровых растворов является важным элементом устойчивого развития нефтегазовой отрасли и соответствует принципам рационального природопользования.

ЛИТЕРАТУРА.

1. International Organization for Standardization (ISO). ISO 10414-2:2011. Petroleum and natural gas industries — Field testing of oil-based drilling fluids. Geneva: ISO, 2011.
— Стандартные методы полевых испытаний и определения характеристик маслосодержащих буровых растворов (показатели плотности, фильтрации, содержание масла/воды/твердой фазы и т.д.).
2. International Organization for Standardization (ISO). ISO 10416:2008. Drilling fluids — Laboratory testing of drilling fluid physical, chemical and performance properties. Geneva: ISO, 2008.
— Лабораторные методики определения свойств буровых растворов — полезно для раздела «Методы» и для обоснования метрологии очистки.
3. International Organization for Standardization (ISO). ISO 13500:2008. Drilling fluid materials — Physical properties and test procedures. Geneva: ISO,



2008.

— Описание тестов для материалов, применяемых в буровых растворах (перечень методик и предельных характеристик).

4. American Petroleum Institute (API). API — Exploration & Production Waste Management: Guidelines and Recommended Practices. (E&P waste guidance; API publications).

— Отраслевые рекомендации по обращению с отходами добычи, практики оценки риска и планирования объектов утилизации; полезно для нормативно-правового обоснования и практических рекомендаций.

5. Alberta Energy Regulator. Directive 050 — Drilling Waste Management. Edmonton: AER, 2023.

— Региональное руководство с требованиями по обращению с буровыми отходами и лучшими практиками — удобно как пример строгих регламентов и их влияния на экономику проектов.

6. Drilling Fluids Processing Handbook. (IADC / AADE compilation). — Практическое руководство по оборудованию для обработки буровых растворов (виброшейкеры, циклоны, центрифуги, фильтры) и процессам регенерации.

— Обширный справочник по технологическому оснащению очистных комплексов.

7. Bourgoyne, A. T., Millheim, K. K., Chenevert, M. E., & Young, F. S. Applied Drilling Engineering. Dallas: SPE/PennWell, 1991 (и последующие издания).

— Классический учебник по бурению; содержит материалы по циркуляции бурового раствора, контролю твердых частиц и основам солид-контроля.

8. Pereira, L. B., et al. (2022). Environmental impacts related to drilling fluid waste and treatment methods: a review. *Science of the Total Environment*, (обзор).

— Современный обзор экологических последствий и существующих методов обработки буровых отходов; полезен для раздела «Анализ литературы».



9. Ma, S., et al. (2023). Achieving practical recycle of waste oil-based drilling fluids: industrial demonstration and reuse. *ACS Omega*, 2023.
— Пример промышленного демонстрационного применения технологий регенерации маслосодержащих растворов — дает аргументы в части практической реализуемости и экономического эффекта.
10. Huang, J., et al. (2024). Research on multi-layer drilling mud reuse technology. *Processes* (MDPI), 2024.
— Современные подходы к многоуровневой регенерации бурового раствора и примеры комбинированных технологических схем.
11. Yang, X., Sun, Y. (год). Treatment of drilling fluid waste during oil and gas drilling: a review. (обзор — ResearchGate / Semantic Scholar).