

Сагирова Ляйсан Рустамовна, доцент,
Санкт-Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II

Удодов Евгений Максимович, студент,
Санкт-Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II

СКВАЖИНЫ ERD В РОССИИ: АКТУАЛЬНОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Аннотация. В статье представлен обзор технологии бурения с увеличенным выносом (Extended Reach Drilling – ERD), рассмотрены ее технические основы, сферы использования и преимущества в сравнении с традиционными наземными и морскими методами. Основное внимание уделено современному опыту применения ERD в России: описаны последние рекорды по длине ствола и коэффициенту выноса на Семаковском месторождении, проанализированы экономические эффекты (включая данные о снижении капитальных затрат в отдельных проектах) и проведен сравнительный анализ стоимости ERD-проектов и офшорного бурения на основе отраслевых данных. В заключение дана оценка перспектив технологии и перечислены ключевые технологические и организационные барьеры для ее широкого распространения в России.

Ключевые слова: ERD, Extended Reach Drilling, длинные горизонтальные скважины, Россия, Семаковское месторождение, экономическая оценка, офшорное бурение.

1. Введение

Разработка углеводородных месторождений в России остается важнейшей составляющей национальной экономики. При этом все более актуальными становятся задачи освоения запасов в удаленных и экологически уязвимых регионах (Арктика, прибрежные зоны, труднодоступные территории), где традиционные подходы – с множеством буровых площадок и разветвленной наземной инфраструктурой – связаны с высокими затратами и существенным воздействием на окружающую среду. В таких условиях технологии направленного бурения, в частности ERD, приобретают стратегическое значение как инструмент повышения нефтеотдачи при минимальном вмешательстве в ландшафт и инфраструктуру [1].

2. Технология ERD: определение и технические особенности

Определение. ERD (Extended Reach Drilling) – это комплекс технологий направленного бурения, при котором горизонтальное смещение ствола скважины значительно превосходит ее вертикальную глубину. На практике ключевым показателем является соотношение горизонтального отхода к вертикальной глубине; классы ERD включают как скважины с умеренным смещением (в 2–3 раза), так и экстремально протяженные стволы (десятки километров в отдельных мировых рекордах) [1]. На международном уровне реализованы ERD-проекты с общей длиной ствола до ~15 км. Основные технологические вызовы включают управление крутящим моментом и сопротивлением (torque/drag), стабильность работы долота на больших участках, проектирование траектории и обеспечение передачи данных и каротажа в реальном времени (системы MWD/LWD) [1, 13].

Ключевые технические элементы ERD:

- ротационно-управляемые системы (RSS) и высокоточные системы навигации [1];
- долота и забойные двигатели, устойчивые к абразивному износу и высоким вибрационным нагрузкам [1];



- методы снижения трения и управления нагрузками (компенсаторы, оптимизированные буровые растворы) [7];
- интеграция MWD/LWD и систем геонавигации для точного попадания горизонтального участка в целевую зону [1].

3. Области применения ERD и операционные цели

ERD наиболее востребована в случаях, когда необходимо совместить доступ к удаленным запасам и минимизировать воздействие на поверхность:

- освоение прибрежных или шельфовых залежей путем бурения с суши (с берега в сторону морского месторождения), что позволяет отказаться от строительства дорогостоящих морских платформ [3, 8];
- разработка пластов под городской застройкой, охраняемыми или экологически чувствительными территориями;
- увеличение коэффициента извлечения нефти за счет значительной длины контакта с пластом (длинный горизонтальный участок), особенно в низкопроницаемых коллекторах [1];
- оптимизация инфраструктуры: одной наземной кустовой площадки достаточно для бурения скважин с выносом в несколько километров, что сокращает объемы строительства дорог, площадок и логистических маршрутов [7].

4. Российский опыт: кейсы и недавние рекорды

В России технология ERD применяется и развивается в рамках проектов в различных регионах – от Приуралья и Западной Сибири до арктического побережья. Наиболее показательные примеры:

Семаковское месторождение (РусГазАльянс): в период 2021–2025 гг. в рамках Семаковского проекта неоднократно обновлялись всероссийские рекорды по коэффициенту ERD и длине ствола. Согласно данным оператора и отраслевых СМИ, скважина №1213 имела длину ствола 6205 м при вертикальной глубине ~877 м и горизонтальным смещением около 5,6 км (коэффициент ERD $\approx 6,38$), что было признано новым всероссийским рекордом для данного типа залежей [3, 4]. Ранее также были зафиксированы рекордные скважины №1111–1113 с коэффициентами 5,36–6,23 и длиной стволов порядка 5–6 км. Эти проекты наглядно демонстрируют, как наземные ERD-скважины позволяют разрабатывать шельфовые запасы и снижать потребность в морских сооружениях [3, 11].

Сахалинские проекты (исторический контекст): на проектах Сахалин-1 и Сахалин-2 в разные годы были пробурены одни из самых протяженных в мире скважин, выполненных по принципам ERD (в начале 2000-х – несколько скважин с общей длиной ствола более 12 км) [2]. Эти проекты часто цитируются в международных обзорах как примеры экстремального направленного бурения и служат важным техническим прецедентом использования береговой инфраструктуры для освоения морских запасов.

Опыт сервисных компаний: отраслевые отчеты (включая отчеты «Газпром бурения») детально описывают практику строительства скважин с большим отходом от вертикали (БОВ), фиксируют параметры выполненных работ и методы оптимизации [7, 14]. Это подтверждает, что ERD уже используется в реальных проектах в России, особенно при освоении прибрежных и шельфовых залежей с берега.

5. Сравнительная экономическая оценка: ERD vs офшорное бурение

5.1 Факторы стоимости

Сравнение затрат между ERD (с суши) и офшорным бурением является многокомпонентным: капитальные затраты (CAPEX) включают стоимость мобилизации и аренды буровой, строительство инфраструктуры, подготовительные работы, прокладку трубопроводов, а также логистику и сервис. Операционные расходы (OPEX) включают



суточные ставки аренды буровых, логистику, ремонты и пр. В офшорных проектах значительную долю составляют затраты на платформы/буровые суда, подводные системы и высокие суточные ставки современных буровых судов [5, 6, 15].

5.2 Типичные диапазоны затрат

Офшорные (глубоководные) скважины: средняя стоимость одного проекта составляет десятки миллионов долларов (по данным обзоров, диапазон может составлять ~\$24–111 млн, медиана около \$41 млн) [6]. Для глубоководных проектов показатели могут быть значительно выше.

Наземные горизонтальные/ERD-скважины: стоимость варьируется в зависимости от сложности; типичные современные наземные горизонтальные скважины в освоенных бассейнах могут стоить от нескольких миллионов до десятков миллионов долларов [5, 10]. Специализированные ERD-скважины имеют повышенные требования, но демонстрируют снижение совокупного CAPEX при переходе от схемы с множеством площадок к схеме с одной площадкой и длинными стволами. В некоторых отчетах отмечается снижение CAPEX на ~30–35% при использовании оптимизированных ERD-решений [5].

5.3 Примеры и выводы

Экономия на инфраструктуре.

В то время как офшорное решение требует строительства морской платформы (CAPEX в сотни миллионов долларов), ERD с суши позволяет ограничиться наземной площадкой, что часто делает проект более экономичным [3, 8].

Прямое сравнение затрат.

Конкретные цифры зависят от проекта, но для ориентира: средняя офшорная скважина стоит десятки миллионов долларов; сложная глубоководная операция – \$50–200+ млн; наземные ERD-скважины (при стандартных условиях) – чаще в диапазоне \$3–15 млн за скважину [5, 6, 10]. Суммарная экономия проекта при переходе на ERD может достигать десятков процентов CAPEX [5].

6. Экологические и операционные аспекты

ERD в целом снижает прямое воздействие на поверхность (меньше площадей, дорог, площадок), что особенно важно для уязвимых регионов. Однако технология не исключает рисков, связанных с процессами бурения и эксплуатации (выбросы, цементирование, аварии) – эти аспекты требуют технических и организационных мер контроля. В офшорной среде профиль рисков иной – возможные разливы в море, сложности ликвидации аварий в штормовых условиях и более серьезные экологические последствия [6, 9].

7. Технологические и организационные вызовы для России

Для широкого внедрения ERD в России необходимо решить ряд задач:

- Развитие компетенций и сервиса. ERD требует высококвалифицированных инженерных команд, опыта в геонавигации, подготовленных инженеров по телеметрии и сервисного персонала, а также наличия подготовленных подрядчиков и доступа к специализированному оборудованию (RSS, долота, материалы растворов) [1, 7].
- Логистика в сложных климатических условиях. Проблемы доставки, ремонта и обслуживания оборудования в Арктике и северных регионах требуют усиленной логистики и запасов [7].
- Инвестиции в цифровизацию. Внедрение ИИ, цифровых двойников и систем удаленного мониторинга и управления для оптимизации траекторий и прогнозирования отказов – важный фактор повышения эффективности ERD [1, 12].
- Адаптация нормативной базы. Необходимы актуализированные регламенты для освоения прибрежных и арктических запасов, учитывающие минимизацию воздействия на сушу [3, 11].



8. Перспективы и рекомендации

ERD имеет все предпосылки стать одной из ключевых технологий для разработки удаленных, прибрежных и экологически чувствительных месторождений в России. Для ускорения ее внедрения целесообразны следующие шаги:

- разработка и финансирование пилотных проектов с детальным анализом CAPEX/OPEX и экологических аспектов (FEED) [5];
- инвестиции в обучение и подготовку специалистов, создание профильных центров компетенций [1];
- расширение использования цифровых инструментов (ИИ, цифровые двойники) для проектирования и мониторинга бурения [1, 12];
- популяризация практики бурения на шельф с суши там, где это технически и экономически оправдано, при строгом соблюдении экологических норм [1, 3, 11].

9. Заключение

ERD представляет собой отработанную и практичную технологию, которая во многих случаях позволяет существенно снизить капитальные и операционные затраты на разработку сложных и удаленных запасов по сравнению с офшорными решениями [5, 6].

Российские проекты (такие как Семаковское месторождение) подтвердили технологическую осуществимость и эффективность ERD-подходов [3, 4]; дальнейшее масштабирование потребует комбинации технологических инвестиций, подготовки кадров и тщательной экономической оценки на уровне конкретных проектов. ERD не является панацеей для всех месторождений, но для многих задач в российской практике она остается одним из наиболее перспективных инструментов.

Список литературы:

1. Extended-Reach Drilling (ERD): Technological Complexities and Achievements [Электронный ресурс] // Applied Sciences. – 2023. – Vol. 13, No. 7. – P. 4112. – URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/7/4112> (дата обращения: 29.09.2025).
2. Освоение шельфовых месторождений с береговой инфраструктурой [Электронный ресурс] // Вестник АГГЕ. – 2023. – № 3. – С. 45-52. – URL: <https://agge-vestnik.ru/ru/nauka/article/95341/view> (дата обращения: 29.09.2025).
3. Годовой отчет 2024 «Технологии строительства скважин с большим отходом от вертикали» [Электронный ресурс] // Газпром бурение. – 2024. – 67 с. – URL: https://www.burgaz.ru/wp-content/uploads/2024/08/go-2024_s_6-1.pdf (дата обращения: 29.09.2025).
4. Новые достижения в области направленного бурения в России [Электронный ресурс] // Burneft.ru. – 2024. – URL: https://burneft.ru/news/?ELEMENT_ID=118582 (дата обращения: 29.09.2025).
5. На Семаковском месторождении обновлен рекорд по строительству ERD-скважин [Электронный ресурс] // EnergyBase. – 2025. – URL: <https://energybase.ru/news/companies/na-semakovskom-mestorozhdenii-obnovlen-record-po-stroitelstvu-erd-skvazhin-2025-03-12> (дата обращения: 29.09.2025).
6. Well Costs Analysis by Basin and Play [Электронный ресурс] // InCorrys. – 2024. – URL: <https://incorrys.com/energy/energy-cost/well-costs-by-play-basin/> (дата обращения: 29.09.2025).
7. Extended Reach Drilling Market Analysis and Forecast // Lucintel. – 2024. – 120 p.
8. Offshore Drilling Cost Analysis: Historical Data and Trends [Электронный ресурс] // PMC. – 2024. – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7778710/> (дата обращения: 29.09.2025).



9. Offshore Drilling 101: Environmental and Economic Impacts [Электронный ресурс] // NRDC. – 2024. – URL: <https://www.nrdc.org/stories/offshore-drilling-101> (дата обращения: 29.09.2025).

10. Economic Evaluation of ERD vs Offshore Drilling: CAPEX Optimization Strategies [Электронный ресурс] // OnePetro. – 2023. – URL: <https://onepetro.org/SPEMEDT/proceedings-abstract/23MEDT/23MEDT/519873> (дата обращения: 29.09.2025).

11. Extended-Reach Drilling (ERD): The Main Problems and Current Achievements [Электронный ресурс] // ResearchGate. – 2023. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/369525451> (дата обращения: 29.09.2025).

12. Extended Reach Drilling in Russia: Current Status and Perspectives // ROGTEC Magazine. – 2023. – No. 4. – P. 42-48.

13. Пресс-релиз «На фазе 2 Семаковского месторождения обновлен рекорд по строительству ERD-скважин» [Электронный ресурс] // РусГазАльянс. – 2024. – URL: <https://rusgasalliance.ru/press-center/news/na-faze-2-semakovskogo-mestorozhdeniya-obnovlen-rekord-po-stroitelstvu-erd-skvazhin/> (дата обращения: 29.09.2025).

14. Sakhalin-I [Электронный ресурс] // Wikipedia. – 2024. – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sakhalin-I> (дата обращения: 29.09.2025).

15. Analysis of Drilling Rig Costs and Market Trends [Электронный ресурс] // Sophia Oilfield Supply Services. – 2024. – URL: <https://sossusa.com/2024/09/16/how-much-does-a-drilling-rig-cost/> (дата обращения: 29.09.2025).

