

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ»**

Факультет управления интеллектуальной собственностью

Кафедра Цифровой экономики и предпринимательства

Выпускная квалификационная работа

**Внедрение передовых технологий: проблемы и тенденции
(на примере нефтегазовой отрасли Ливии)**

**Студента 3-го курса
очно-заочной формы обучения
по направлению 38.04.02 «Менеджмент»
Ашини Мунтира Мусай Айада**

(подпись)

**Научный руководитель:
д.п.н., профессор Лихоносов А.Г.**

(подпись)

**Допущен к защите
протокол № __ от «__»_____ 2025 г.
Зав. кафедрой**

А.Г. Лихоносов
(подпись)

Москва 2025

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ	7
1.1 Сущность и классификация передовых технологий в нефтегазовом секторе.	7
1.2 Мировой опыт технологического развития в нефтегазовой отрасли	31
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ЛИВИИ	45
2.1. Современное состояние нефтегазовой отрасли Ливии	45
2.2. Оценка уровня технологического развития	51
2.3. Ключевые проблемы внедрения передовых технологий.....	62
ГЛАВА 3. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ЛИВИИ	70
3.1. Приоритетные направления технологической модернизации	70
3.2. Механизмы стимулирования технологического развития	76
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	88

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап мирового экономического развития характеризуется ускоренной цифровизацией производственных процессов, активным внедрением инновационных и «умных» технологий, что определяет конкурентоспособность и устойчивость национальных экономик. Нефтегазовая отрасль, являясь одной из ключевых сфер мировой энергетики, испытывает существенное воздействие этих тенденций. Передовые технологии — такие как интеллектуальные системы добычи (Smart Field), методы повышения нефтеотдачи (EOR), автоматизация процессов бурения и мониторинга, использование искусственного интеллекта и больших данных — становятся не только инструментом повышения эффективности, но и фактором обеспечения энергетической безопасности и экологической устойчивости.

Для стран, экономика которых в значительной степени зависит от экспорта углеводородов, технологическая модернизация нефтегазового комплекса приобретает стратегическое значение. Ливия, обладая одними из крупнейших разведанных запасов нефти в Африке, сталкивается с рядом системных проблем, сдерживающих развитие отрасли: последствиями политической нестабильности, изношенностью инфраструктуры, недостаточной диверсификацией технологий и ограниченным доступом к международным инновационным решениям. В условиях глобальной энергетической трансформации и перехода к «умной» энергетике данные проблемы обостряют необходимость переосмысления подходов к технологическому развитию отрасли.

Актуальность исследования обусловлена потребностью в комплексном анализе современных тенденций внедрения передовых технологий в нефтегазовой сфере и выработке практических рекомендаций для Ливии с учётом международного опыта и национальных особенностей. В современных условиях повышение технологического уровня нефтегазового сектора становится не

только экономическим, но и геополитическим фактором, влияющим на устойчивое развитие государства.

Цель исследования — выявить проблемы и тенденции внедрения передовых технологий в нефтегазовой отрасли Ливии, а также определить перспективные направления и механизмы стимулирования технологического развития.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Раскрыть сущность, классификацию и критерии эффективности внедрения передовых технологий в нефтегазовом секторе;
2. Изучить мировой опыт технологического развития нефтегазовой отрасли и выявить ключевые модели инновационной трансформации;
3. Проанализировать современное состояние нефтегазового комплекса Ливии и уровень его технологического развития;
4. Определить основные проблемы, препятствующие внедрению инноваций в отрасли;
5. Сформулировать рекомендации и определить приоритетные направления технологической модернизации нефтегазовой отрасли Ливии.

Объект исследования — нефтегазовая отрасль Ливии как система производственно-технологических и организационно-экономических отношений.

Предмет исследования — процессы и механизмы внедрения передовых технологий в нефтегазовой отрасли, их влияние на эффективность функционирования и устойчивое развитие сектора.

Методологическая основа исследования включает системный и сравнительный анализ, методы экономико-статистического и факторного анализа, элементы стратегического и институционального подходов, а также изучение зарубежного опыта технологических трансформаций в энергетике.

Научная новизна работы заключается в уточнении специфики внедрения передовых технологий в нефтегазовой отрасли Ливии, определении барьеров инновационного развития и формулировании адаптированных к национальным условиям механизмов стимулирования технологических преобразований.

Практическая значимость исследования состоит в возможности использования полученных результатов органами государственного управления, профильными компаниями и научно-техническими центрами при разработке стратегий и программ технологического развития нефтегазового сектора Ливии.

Методологическая база исследования опирается на совокупность общенаучных и специальных методов, позволяющих комплексно и системно изучить процессы внедрения передовых технологий в нефтегазовой отрасли, выявить факторы, влияющие на эффективность их применения, и определить направления дальнейшего технологического развития отрасли Ливии.

В основу методологии положены системный подход, обеспечивающий целостное рассмотрение нефтегазового сектора как сложной производственно-экономической системы, включающей взаимосвязанные технологические, организационные, экологические и социально-экономические компоненты. Использование системного анализа позволило выявить причинно-следственные связи между уровнем технологического развития и показателями эффективности функционирования отрасли.

Диалектический метод применялся для анализа эволюции технологических процессов в нефтегазовой сфере, выявления противоречий между необходимостью инновационного развития и ограничениями социально-экономического и институционального характера, характерными для Ливии.

В работе использовались методы сравнительного и структурно-функционального анализа, позволившие сопоставить уровень технологического развития нефтегазового сектора Ливии с аналогичными показателями ведущих

нефтедобывающих стран мира, а также определить наиболее эффективные направления адаптации зарубежного опыта.

Теоретическую основу исследования составили труды отечественных и зарубежных учёных в области инновационного менеджмента, экономики природопользования, энергетической политики и цифровой трансформации (Й. Шумпетер, М. Портер, Э. Тоффлер, Д. Норт, Дж. Стиглиц, С. Глазьев, В. Ивантер и др.), а также материалы международных организаций и профильных аналитических агентств.

Структура работы состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованных источников и литературы.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

1.1 Сущность и классификация передовых технологий в нефтегазовом секторе

Современная нефтегазовая отрасль переживает глубокую трансформацию, обусловленную как изменением глобальной энергетической парадигмы, так и необходимостью повышения эффективности и экологической устойчивости добычи углеводородов. Развитие передовых технологий становится определяющим фактором конкурентоспособности компаний и национальных экономик, особенно в условиях нарастающей волатильности мировых рынков и усиления требований к экологическим стандартам. В этой связи осмысление сущности и классификации передовых технологий приобретает фундаментальное значение для теории и практики энергетического менеджмента.

Понятие «передовые технологии» в нефтегазовом секторе охватывает широкий спектр инноваций, направленных на оптимизацию всех стадий производственного цикла — от геологоразведки до переработки и транспортировки углеводородов. В наиболее общем виде под передовыми технологиями понимаются такие методы, технические средства и организационные решения, которые обеспечивают качественный рост производительности, снижение потерь, повышение безопасности и минимизацию воздействия на окружающую среду¹. Эти технологии формируют основу для перехода отрасли от экстенсивного использования природных ресурсов к устойчивому инновационному развитию, где ключевую роль играют

¹ Алекперов, В. Ю. Нефтегазовый комплекс мира: вызовы цифровой эпохи / В. Ю. Алекперов. – Москва : Экономика, 2022. – 388 с.

цифровизация, автоматизация и интеграция научных достижений в реальный производственный процесс.

Сущность передовых технологий раскрывается через их функциональное значение. Они представляют собой результат научно-технического прогресса, интеграции знаний в области физики, химии, геологии, информационных технологий и инженерных наук. Их использование обеспечивает не только рост эффективности, но и формирование новых производственных стандартов, позволяющих компаниям адаптироваться к вызовам энергетического перехода. В отличие от традиционных методов, ориентированных на количественное увеличение добычи, современные технологии направлены на интеллектуальное управление процессами, где решающую роль играет качество данных, прогнозирование и управление рисками.

Передовые технологии в нефтегазовой отрасли можно рассматривать как инструмент достижения стратегических целей энергетической политики — обеспечения устойчивого роста, рационального использования ресурсов, экологической безопасности и энергетической независимости². На макроуровне они способствуют модернизации экономики, развитию наукоемких отраслей и привлечению инвестиций. На микроуровне — повышают конкурентоспособность отдельных предприятий, сокращают производственные издержки и способствуют росту капиталоотдачи.

Технологическая эволюция нефтегазовой отрасли проходит через несколько этапов, начиная от механизации и автоматизации производственных процессов до цифровизации и интеллектуализации управления. Если на ранних стадиях развитие определялось совершенствованием бурового и добычного оборудования, то современный этап характеризуется синтезом информационно-коммуникационных технологий, робототехники, искусственного интеллекта и

² Божевольный, Ю. В. Энергетическая безопасность и переход к устойчивому развитию / Ю. В. Божевольный. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 276 с.

анализа больших данных. Этот переход формирует новый технологический уклад — энергетическую индустрию 4.0, в основе которой лежит концепция «умного месторождения» (Smart Oilfield).

Ключевым направлением внедрения передовых технологий является цифровизация нефтегазового производства. Цифровые двойники месторождений позволяют моделировать физико-геологические процессы, прогнозировать поведение пластов, оптимизировать бурение и эксплуатацию скважин. Применение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения обеспечивает анализ больших объёмов данных, формируемых при геологоразведке, добыче и транспортировке. Эти решения создают предпосылки для перехода от реактивного к проактивному управлению, когда система способна предсказывать аварийные ситуации и предлагать оптимальные сценарии действий.

Другим важным направлением является использование технологий повышения нефтеотдачи пластов (EOR). Они включают в себя химические, газовые, термические и микробиологические методы воздействия, направленные на увеличение коэффициента извлечения нефти. Применение полимерных и щелочных растворов, закачка углекислого газа, а также использование наночастиц для изменения смачиваемости пород позволяют существенно увеличить объёмы извлекаемых запасов³. Эти технологии особенно актуальны для зрелых месторождений, где традиционные методы добычи становятся экономически неэффективными.

Передовые технологии активно внедряются и в бурении. Горизонтальное, направленное и многоствольное бурение позволяют максимально раскрывать нефтеносные пласты, снижая количество буровых площадок и минимизируя

³ Nakhle, C. Out of the Energy Labyrinth: Redefining Libya's Economic Future / C. Nakhle. – London : I.B. Tauris, 2023. – 275 p.

воздействие на окружающую среду⁴. Современные буровые установки оснащены интеллектуальными системами управления, обеспечивающими точное позиционирование долота и контроль параметров бурового раствора в режиме реального времени. Автоматизация буровых операций способствует снижению аварийности, повышению безопасности труда и сокращению затрат.

Значительное развитие получили технологии мониторинга и диагностики оборудования. Концепция предиктивного обслуживания, основанная на анализе данных, поступающих от сенсорных систем и устройств интернета вещей (IIoT), позволяет выявлять потенциальные неисправности до их проявления, оптимизировать графики ремонтов и снижать простои оборудования. В результате предприятия получают возможность перехода к управлению жизненным циклом активов на основе прогнозных моделей, что существенно увеличивает эффективность использования ресурсов.

В транспортировке углеводородов внедряются интеллектуальные системы контроля состояния трубопроводов. Сенсорные сети обеспечивают непрерывный сбор информации о давлении, температуре и коррозионной активности. Использование беспилотных летательных аппаратов для визуального осмотра магистралей и применения технологий компьютерного зрения повышает точность обнаружения дефектов. Это позволяет снизить риски аварий и утечек, а также минимизировать экологический ущерб.

На стадии переработки нефтегазового сырья передовые технологии направлены на повышение глубины переработки, улучшение качества продукции и снижение энергозатрат. Применение новых катализаторов, мембранных систем, процессов гидрокрекинга и плазмохимических методов обеспечивает выпуск более чистых и ценных продуктов. Параллельно развивается направление энергоэффективных технологий — использование вторичных энергоресурсов,

⁴ Тетельмайер, Ю. С. Технологическое развитие нефтегазового сектора в условиях нестабильности / Ю. С. Тетельмайер. – Санкт-Петербург : Недра, 2021. – 287 с.

рекуперация тепла и внедрение когенерационных установок, что позволяет снижать углеродный след производства.

Важной характеристикой передовых технологий является их экологическая направленность. Современные нефтегазовые компании активно инвестируют в технологии улавливания, использования и хранения углекислого газа (CCUS), системы утилизации попутного нефтяного газа, а также проекты по интеграции возобновляемых источников энергии в энергетическое обеспечение промыслов⁵. Введение экологических стандартов ESG и международных требований к углеродной отчётности стимулирует развитие «чистых» технологий, направленных на снижение выбросов и рациональное использование водных и энергетических ресурсов.

В научной литературе выделяется несколько подходов к классификации передовых технологий в нефтегазовом секторе. Наиболее распространённым является функциональный подход, в рамках которого технологии делятся по стадиям производственного цикла: разведка, добыча, транспортировка, переработка и управление. Такой подход позволяет проследить взаимосвязь инноваций на различных этапах производственного процесса и определить узкие места, требующие модернизации.

Существует также технологический подход, предполагающий группировку технологий по уровню научно-технической новизны. В этом случае выделяются базовые, улучшенные (инкрементальные) и радикальные (прорывные) технологии. Базовые технологии являются основой текущего производства и постепенно совершенствуются, инкрементальные обеспечивают повышение эффективности без изменения технологических принципов, а радикальные формируют новый технологический уклад⁶.

⁵ Фейгин, В. И. Мировая нефтегазовая отрасль: вызовы XXI века / В. И. Фейгин. – Москва : ИЭС, 2023. – 455 с.

⁶ Al-Muntasir, K. Libya's Energy Sector: Challenges of Modernization and Diversification / K. Al-Muntasir. – Tripoli : Centre for Economic Studies, 2021. – 198 p.

С точки зрения стратегического управления выделяют классификацию по степени воздействия на конкурентные преимущества предприятия. Передовые технологии первого порядка обеспечивают оптимизацию внутренних процессов (например, автоматизация документооборота), второго — создают рыночные преимущества (например, снижение себестоимости добычи), а третьего — трансформируют бизнес-модель компании (цифровая экосистема, интеграция возобновляемых источников энергии)⁷.

Особое значение в классификационной системе занимают организационно-управленческие и информационно-коммуникационные технологии. В условиях цифровой трансформации предприятия переходят к модели управления на основе данных (data-driven management). Внедрение систем ERP, SCADA, MES и цифровых платформ управления активами обеспечивает прозрачность производственных процессов, ускоряет принятие решений и снижает управленческие издержки. Использование технологий блокчейн позволяет повысить надёжность и достоверность транзакций, а также минимизировать коррупционные риски в системе поставок и контрактов.

Современные подходы к систематизации технологий всё чаще связываются с понятием «устойчивого технологического развития». Этот концепт подразумевает не просто рост эффективности, а сбалансированное сочетание экономических, экологических и социальных эффектов. В этой связи в научной среде формируется трёхуровневая модель классификации, где на первом уровне находятся технологии, обеспечивающие ресурсную эффективность (экономии сырья, снижение потерь), на втором — технологии экологической безопасности (снижение выбросов, утилизация отходов), и на третьем — технологии социально-экономической адаптации (развитие человеческого капитала, безопасность труда).

⁷ Гулиев, И. А. Геополитика энергоресурсов: новые реалии / И. А. Гулиев, А. В. Федоров. – Москва : Международные отношения, 2022. – 412 с.

Для нефтегазовой отрасли Ливии данная классификация имеет прикладное значение, поскольку позволяет определить приоритеты технологической модернизации в условиях ограниченных инвестиций и институциональной нестабильности. Ливия, обладая одними из крупнейших запасов нефти в Африке, сталкивается с необходимостью комплексного обновления производственных мощностей, модернизации инфраструктуры и внедрения интеллектуальных систем управления⁸. Основная часть оборудования на месторождениях страны относится к морально устаревшему, а технологическая база — фрагментирована. Поэтому ключевым направлением развития должно стать освоение технологий второго и третьего уровня, направленных на цифровизацию, повышение нефтеотдачи, внедрение энергоэффективных решений и улучшение экологических стандартов.

Сущность передовых технологий в нефтегазовом секторе Ливии определяется их двойственной природой. С одной стороны, они являются инструментом повышения производительности и восстановления отраслевого потенциала, с другой — механизмом интеграции страны в глобальную технологическую и энергетическую систему. Внедрение интеллектуальных решений, автоматизации и цифрового мониторинга способно существенно сократить эксплуатационные издержки, повысить эффективность управления и обеспечить приток иностранных инвестиций⁹. В то же время такие технологии требуют высокого уровня подготовки кадров, развитой инфраструктуры и институциональной поддержки государства. Без этих условий технологическая модернизация остаётся фрагментарной и неустойчивой.

⁸ Eljahmi, M. *Economic Diversification in Oil-Dependent States: The Case of Libya* / M. Eljahmi. – Oxford : Oxford University Press, 2022. – 289 p.

⁹ Борисова, Е. А. Цифровые двойники в нефтегазовой отрасли: перспективы внедрения в странах Северной Африки / Е. А. Борисова // *Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности*. – 2022. – № 4. – С. 15–22.

Таким образом, передовые технологии в нефтегазовом секторе представляют собой не просто совокупность инновационных решений, а основу формирования новой модели производственного и экономического развития. Их сущность заключается в способности трансформировать традиционную отрасль в интеллектуально управляемую систему, обеспечивающую устойчивость, эффективность и экологическую сбалансированность. Классификация передовых технологий позволяет упорядочить направления развития, определить приоритеты модернизации и выстроить стратегию технологического обновления, соответствующую современным вызовам глобальной энергетики.

1.2 Критерии и методы оценки эффективности внедрения новых технологий

Технологическое развитие нефтегазовой отрасли в XXI веке характеризуется усилением роли инноваций, которые становятся основным источником роста производительности и конкурентоспособности компаний. Внедрение новых технологий обеспечивает не только оптимизацию производственных процессов, но и повышение энергетической и экологической устойчивости отрасли. Однако сама по себе инновация не гарантирует экономического успеха: она требует тщательной оценки эффективности, позволяющей определить целесообразность инвестиций, рациональность использования ресурсов и уровень достижения стратегических целей. В современных условиях, когда нефтегазовый сектор функционирует в условиях высокой волатильности рынков, неопределённости и роста экологических требований, система критериев и методов оценки эффективности внедрения технологий приобретает первостепенное значение.

Эффективность внедрения технологий в нефтегазовой отрасли представляет собой комплексную характеристику, включающую совокупность

экономических, производственно-технических, организационных, экологических и социальных эффектов. В научной литературе эффективность трактуется как степень достижения запланированных результатов при оптимальном использовании ресурсов. В данном контексте она выражается не только в экономических показателях, но и в качественных изменениях — устойчивости производственных процессов, снижении технологических рисков, повышении надежности оборудования и безопасности персонала¹⁰. Таким образом, эффективность инноваций в нефтегазовом секторе имеет многомерную природу и должна оцениваться в системе взаимосвязанных критериев.

Критерии оценки эффективности внедрения технологий можно рассматривать как систему ориентиров, определяющих направления анализа и выбора решений. Они должны отражать ключевые цели компании или отрасли: рост прибыли, сокращение затрат, улучшение производственных показателей, повышение энергетической эффективности, снижение воздействия на окружающую среду и обеспечение устойчивого развития. В современной практике критерии группируются по функциональному признаку — технико-экономические, инвестиционные, экологические, организационные и стратегические. Такое деление отражает многоуровневый характер инновационного процесса, где результат проявляется на разных стадиях жизненного цикла технологии.

Технико-экономические критерии традиционно занимают центральное место в оценке эффективности. Они включают показатели изменения производительности труда, себестоимости продукции, коэффициента нефтеотдачи, уровня использования оборудования и энергетических ресурсов. Например, внедрение интеллектуальных систем бурения позволяет сократить время на одну скважину, снизить расход бурового раствора и уменьшить

¹⁰ Жуков, А. В. Технологии повышения нефтеотдачи пластов: применение в сложных геополитических условиях / А. В. Жуков // Нефтяное хозяйство. – 2023. – № 5. – С. 44–49.

аварийность, что напрямую влияет на издержки. В то же время такие критерии отражают лишь «внутреннюю» эффективность — то есть способность технологии улучшать производственные показатели предприятия, не учитывая макроэкономические и экологические последствия.

Инвестиционные критерии направлены на определение финансовой целесообразности внедрения технологии. Они позволяют сопоставить объём вложенных средств с ожидаемыми денежными потоками и рисками проекта. Наиболее распространёнными являются показатели чистого дисконтированного дохода (NPV), внутренней нормы доходности (IRR), срока окупаемости (PP) и индекса прибыльности (PI)¹¹. В нефтегазовой отрасли, где проекты отличаются длительным жизненным циклом и высокой капиталоемкостью, такие методы позволяют оценить экономический потенциал инновации в долгосрочной перспективе. Однако при их использовании важно учитывать неопределённость внешней среды, колебания цен на нефть, валютные риски и институциональные барьеры. В этой связи традиционные финансовые модели дополняются методами сценарного анализа, позволяющими прогнозировать поведение ключевых параметров в различных условиях.

Экологические критерии отражают степень воздействия новой технологии на окружающую среду и соответствие международным стандартам устойчивого развития. В рамках глобального энергетического перехода и введения ESG-показателей (Environmental, Social, Governance) экологическая эффективность стала неотъемлемым элементом оценки. Основными критериями здесь выступают уровень сокращения выбросов углекислого газа, утилизации попутного нефтяного газа, энергоэффективность оборудования, а также использование возобновляемых источников энергии на промыслах¹². Для

¹¹ Мирский, Г. И. Ливия: от Каддафи до наших дней. Политическая нестабильность и экономика / Г. И. Мирский. – Москва : Ин-т Ближнего Востока, 2022. – 295 с.

¹² National Oil Corporation (NOC) of Libya [Электронный ресурс]. – Триполи, 2024. – URL: <https://noc.ly/index.php/en/> (дата обращения: 02.10.2025).

нефтегазового сектора Ливии, где экологические проблемы усугубляются отсутствием современной инфраструктуры, данный аспект имеет особое значение. Внедрение технологий с пониженным углеродным следом и минимизацией негативного воздействия на экосистемы становится важным фактором привлечения инвестиций и международного сотрудничества.

Организационные критерии связаны с оценкой способности предприятия интегрировать инновацию в свою производственную и управленческую систему. Они включают показатели инновационной активности, уровня квалификации персонала, готовности инфраструктуры и качества управленческих решений. В современной литературе выделяется понятие «институциональной эффективности» внедрения технологий, под которым понимается способность организационной структуры воспринимать инновации, адаптировать их к существующим условиям и обеспечивать устойчивое функционирование¹³. Например, цифровизация производственных процессов требует не только технических решений, но и перестройки корпоративной культуры, внедрения новых моделей взаимодействия между подразделениями и формирования компетенций в области анализа данных и управления изменениями.

Стратегические критерии оценки направлены на определение влияния технологий на долгосрочные цели компании или отрасли. Сюда относятся показатели повышения энергетической безопасности, укрепления позиций на международном рынке, развития экспортного потенциала и повышения технологической независимости. В условиях Ливии, где нефтегазовая отрасль играет ключевую роль в экономике, внедрение технологий должно рассматриваться не только как производственный инструмент, но и как элемент государственной энергетической стратегии. Эффективность в этом случае

¹³ Стратегии технологической модернизации ресурсозависимых экономик: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 15–16 окт. 2023 г.) / отв. ред. Н. В. Иванова. – М. : Изд-во РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2023. – 312 с.

измеряется степенью приближения к стратегическим целям — увеличению добычи, диверсификации экспорта, развитию национальных кадров и повышению устойчивости к внешним шокам.

Методы оценки эффективности внедрения технологий эволюционировали от простых экономических расчетов к комплексным системным моделям, включающим количественные и качественные параметры. Традиционные методы базируются на анализе стоимостных показателей и применяются для обоснования инвестиций. К ним относятся метод дисконтированных денежных потоков (DCF), метод анализа чувствительности (sensitivity analysis), сравнительный анализ альтернативных проектов (benchmarking)¹⁴. Однако они недостаточно отражают технологические и институциональные аспекты, поэтому в современной практике получили распространение интегральные и экспертно-аналитические методы.

Интегральные методы предполагают построение сводного индекса эффективности, включающего несколько групп показателей с различными весовыми коэффициентами. Такой подход позволяет учитывать многомерность инновационного процесса. Например, интегральный показатель может включать долю экономического эффекта (40%), производственно-технического (30%), экологического (20%) и социального (10%). Расчёт осуществляется на основе нормированных данных, что обеспечивает сопоставимость результатов между различными проектами и компаниями. В мировой практике подобные модели используются при оценке программ цифровой трансформации (Digital Oilfield) и устойчивого развития.

Экспертно-аналитические методы позволяют включить в оценку субъективные факторы, не поддающиеся количественному измерению. В нефтегазовой отрасли, где инновации часто связаны с уникальными

¹⁴ Коржубаев, А. Г. Энергетический переход и его последствия для стран ОПЕК+ / А. Г. Коржубаев // ЭКО. – 2022. – № 2(560). – С. 103–125.

геологическими и организационными условиями, мнение экспертов имеет важное значение. Наиболее распространённым является метод Делфи, основанный на анонимном опросе группы специалистов с последующей обработкой результатов и достижением консенсуса. Этот подход эффективен при оценке новых технологий, для которых отсутствуют статистические данные или опыт промышленного применения.

Наряду с этим применяются методы многофакторного анализа, такие как аналитический иерархический процесс (АИР), позволяющий структурировать сложные решения, учитывая взаимосвязи между критериями. АИР широко используется в нефтегазовых компаниях для выбора приоритетных направлений инвестиций, определения степени готовности технологий и оценки их влияния на стратегические цели¹⁵. Этот метод обеспечивает баланс между количественными оценками и экспертным суждением, что особенно важно в условиях ограниченной информации и высокой неопределенности.

В последние годы всё большее распространение получают цифровые методы оценки эффективности внедрения технологий, основанные на обработке больших данных. Использование систем аналитики (Business Intelligence), машинного обучения и предиктивных моделей позволяет отслеживать результаты внедрения в реальном времени. Такие системы объединяют производственные, финансовые и технологические данные, формируя динамическую картину изменения эффективности. В отличие от традиционных подходов, цифровая аналитика позволяет не только оценивать результаты, но и прогнозировать последствия технологических решений, выявлять узкие места и оптимизировать использование ресурсов. Это открывает новые возможности для повышения прозрачности и обоснованности управленческих решений.

¹⁵ Григорьев, Л. М. Энергетический переход и стратегии нефтедобывающих стран / Л. М. Григорьев, А. С. Курдин // Вопросы экономики. – 2021. – № 8. – С. 64–83.

Развитие методологии оценки эффективности внедрения технологий тесно связано с эволюцией представлений об инновационном процессе и его роли в экономике. На ранних этапах промышленного развития эффективность рассматривалась преимущественно в стоимостных категориях — как соотношение затрат и результатов. Такой подход был адекватен эпохе индустриализации, когда инновации носили преимущественно технический характер и были направлены на повышение производительности труда или снижение себестоимости продукции. Однако по мере усложнения производственных систем, роста капиталоемкости проектов и появления факторов неопределённости возникла необходимость расширения методологической базы оценки, включающей не только экономические, но и социально-экологические и институциональные аспекты.

Во второй половине XX века формируются ключевые концепции инновационной экономики, оказавшие влияние на подходы к оценке технологической эффективности. Й. Шумпетер заложил основу теории инноваций, определив инновацию как движущую силу экономического развития, основанную на «творческом разрушении». В его понимании эффективность нововведения проявляется не столько в прямом экономическом эффекте, сколько в способности изменять структуру отрасли, создавая новые комбинации ресурсов. Позднее концепции М. Портера и Д. Норта подчеркнули значение институциональной среды и конкурентных преимуществ, что привело к включению институциональных и стратегических факторов в систему оценки эффективности.

Современные методологические подходы к оценке внедрения технологий можно условно разделить на три поколения. Первое поколение (1950–1980-е годы) базировалось на экономико-инженерных моделях и ориентировалось на финансовые показатели. Второе поколение (1980–2000-е годы) характеризуется системным подходом, когда оценка эффективности стала учитывать не только

экономические, но и организационные, технологические и социальные факторы. Третье поколение (с 2000-х годов) связано с формированием концепции устойчивого развития и цифровой экономики, где ключевыми становятся интегральные модели, включающие экологические критерии, цифровые показатели и индексы инновационной зрелости.

Особое место в развитии методологии занимает системный подход, рассматривающий внедрение технологий как элемент сложной производственно-экономической системы. Эффективность в этом контексте определяется не только локальными результатами, но и влиянием инноваций на устойчивость всей системы. Например, внедрение интеллектуальной системы добычи нефти может повысить производительность отдельного предприятия, но при этом потребовать изменения инфраструктуры, организационных структур и методов управления знаниями. Поэтому современная методология опирается на принципы междисциплинарности и интеграции, объединяя экономику, инженерные науки, управление и экологию.

Важным направлением развития методологических подходов стало включение элементов риск-анализа и теории неопределённости. В нефтегазовой отрасли технологические инновации сопровождаются значительными рисками — геологическими, техническими, экологическими и политическими. В связи с этим традиционные показатели эффективности (NPV, IRR и т. д.) дополняются коэффициентами риска, отражающими вероятность достижения ожидаемых результатов¹⁶. Развиваются методы Монте-Карло, позволяющие моделировать неопределённые параметры, и стохастические модели, применяемые для оценки устойчивости инновационных проектов при изменении внешних условий.

Мировая практика показывает, что универсальных методов оценки эффективности технологий не существует: каждая отрасль и каждая страна

¹⁶ Abouyoub, M. The Future of Libya's Oil and Gas Sector: Post-Conflict Reconstruction / M. Abouyoub. – London : Routledge, 2022. – 245 p.

вырабатывают собственные подходы с учётом специфики технологического цикла, структуры экономики и институциональной среды. Так, в Норвегии и Канаде в оценке инноваций большое внимание уделяется экологическим и социальным критериям, отражающим ответственность бизнеса перед обществом. В Саудовской Аравии и ОАЭ приоритет отдается стратегическим показателям, связанным с развитием национальной технологической независимости и локализацией технологий. В России акцент делается на экономических и производственно-технических эффектах, в то время как в Ливии и других странах Северной Африки методология оценки пока находится на стадии становления и требует адаптации международного опыта.

С начала XXI века в мировой нефтегазовой отрасли активно развиваются методы комплексной оценки эффективности, основанные на интеграции экономических, экологических и социальных факторов. Одной из наиболее известных моделей является концепция тройного критерия (Triple Bottom Line), предложенная Дж. Элкингтоном, согласно которой успех инновации должен измеряться не только экономическими, но и экологическими и социальными результатами¹⁷. Этот подход получил широкое распространение в нефтегазовых корпорациях, таких как Shell, BP и TotalEnergies, которые включают показатели устойчивого развития в систему оценки эффективности технологических проектов.

Другим важным направлением методологической эволюции стало применение индексов и рейтингов, позволяющих осуществлять сравнительную оценку эффективности инноваций. На международном уровне используются индексы технологической готовности (Technology Readiness Level — TRL) и инновационного потенциала (Innovation Index), которые позволяют оценить степень зрелости технологии и её коммерческую применимость. В нефтегазовой

¹⁷ Gary, J. H. Petroleum Refining: Technology and Economics / J. H. Gary, G. E. Handwerk. – 6th ed. – Boca Raton : CRC Press, 2022. – 415 p.

отрасли эти индексы применяются для принятия решений о финансировании пилотных проектов и масштабировании технологий.

Существенный вклад в развитие методологической базы внесли модели сбалансированных показателей (Balanced Scorecard — BSC), предложенные Р. Капланом и Д. Нортоном. Они позволили рассматривать эффективность внедрения технологий в контексте стратегических целей предприятия. В отличие от традиционных финансовых моделей, BSC включает четыре группы показателей: финансовые, клиентские, внутренние бизнес-процессы и обучение и развитие. Для нефтегазовых компаний это означает, что внедрение инновации оценивается не только по экономическому эффекту, но и по степени повышения лояльности потребителей, совершенствованию процессов добычи и уровню компетенций персонала.

С развитием концепции «Индустрии 4.0» и цифровых технологий в нефтегазовой отрасли сформировались новые направления оценки эффективности, связанные с цифровой зрелостью компаний. Сегодня цифровизация рассматривается как ключевой фактор повышения технологической эффективности. Для её оценки используются показатели уровня автоматизации, степени интеграции цифровых систем (ERP, SCADA, MES), доли цифровых активов в инвестиционной структуре и эффективности использования данных (Data Utilization Index)¹⁸. Такие модели позволяют количественно определить, насколько компания готова к цифровой трансформации и какие выгоды она может получить от внедрения соответствующих технологий.

Существенным шагом вперёд в развитии методологии стало формирование концепции оценки на основе жизненного цикла технологий (Life Cycle Assessment — LCA). Этот подход учитывает все этапы — от разработки и внедрения до эксплуатации и утилизации, оценивая совокупное воздействие

¹⁸ Иванова, Н. В. Инвестиционный климат в нефтегазовом секторе Ливии: проблемы и возможности / Н. В. Иванова // Нефть, газ и бизнес. – 2021. – № 7. – С. 23–30

технологии на экономику, общество и экологию. Для нефтегазовой отрасли LCA особенно важна, поскольку позволяет оценить «углеродный след» продукции, определить энергетическую эффективность и экологическую устойчивость процессов. Компании, применяющие LCA, получают возможность обоснованно демонстрировать соответствие международным требованиям и улучшать показатели ESG-отчётности.

Методологические инновации последнего десятилетия связаны с развитием искусственного интеллекта и аналитики больших данных. Внедрение технологий машинного обучения и нейронных сетей позволило перейти от ретроспективной оценки эффективности к прогнозной. Теперь компании способны моделировать результаты внедрения технологий до их фактической реализации, что значительно снижает инвестиционные риски. Системы цифровых двойников (Digital Twins), объединяющие геолого-технические, производственные и экономические данные, позволяют в режиме реального времени рассчитывать интегральные показатели эффективности, что открывает новые горизонты для принятия решений¹⁹.

Наряду с развитием количественных методов усиливается интерес к качественным оценкам, которые позволяют учитывать нематериальные эффекты инноваций. К ним относятся рост квалификации персонала, повышение инновационной культуры, развитие сотрудничества между компаниями и научными институтами. Эти показатели сложно выразить в денежной форме, однако их влияние на долгосрочную эффективность невозможно игнорировать. В странах с развивающейся экономикой, таких как Ливия, именно эти эффекты часто оказываются решающими, поскольку формируют основу для устойчивого развития отрасли и снижения технологической зависимости от иностранных компаний.

¹⁹ Карагезова, М. Р. Перспективы использования ВИЭ в энергобалансе нефтедобывающих стран (на примере Ливии) / М. Р. Карагезова // Альтернативная энергетика и экология. – 2023. – № 4. – С. 71–82

В контексте глобального энергетического перехода методология оценки эффективности приобретает стратегическое измерение. Внедрение передовых технологий рассматривается не только как инструмент оптимизации производства, но и как средство адаптации к новым условиям — углеродному регулированию, изменению структуры мирового спроса и росту роли возобновляемых источников энергии. В этой связи в систему критериев включаются показатели декарбонизации, диверсификации энергетического баланса и участия компаний в программах по снижению выбросов.

Современные методологические подходы демонстрируют тенденцию к универсализации и стандартизации. Международные организации, такие как Мировой банк, МЭА и ОПЕК, разрабатывают рекомендации и индикаторы для оценки эффективности технологического развития энергетического сектора²⁰. Эти документы становятся основой для национальных стратегий и служат инструментом гармонизации оценочных процедур, что особенно важно для стран, стремящихся привлечь иностранных инвесторов. Для Ливии использование таких методик позволит повысить прозрачность технологических программ, укрепить доверие партнёров и интегрироваться в глобальную энергетическую систему.

Современное состояние нефтегазовой отрасли Ливии характеризуется противоречивыми тенденциями. С одной стороны, страна обладает уникальными природными ресурсами — крупнейшими доказанными запасами нефти в Африке и значительным потенциалом газовой добычи; с другой — её технологическая база во многом устарела, а институциональная нестабильность существенно ограничивает возможности для внедрения инноваций²¹. Поэтому задача оценки эффективности внедрения новых технологий приобретает здесь не только

²⁰ Al-Menfi, M. A. Revitalizing Libya's Oil Sector: The Role of Foreign Partnerships and Technology Transfer / M. A. Al-Menfi // The Journal of Energy and Development. – 2022. – Vol. 47, No. 1/2. – P. 45-68

²¹ Bouslah, K. Technological Modernization in the Libyan Oil Industry: Barriers and Drivers / K. Bouslah // OPEC Energy Review. – 2021. – Vol. 45, No. 3. – P. 345-367

экономическое, но и стратегическое значение, связанное с определением направлений модернизации отрасли и рационального использования ограниченных инвестиционных ресурсов.

Особенностью ливийской нефтегазовой отрасли является то, что значительная часть производственных мощностей была создана в 1970–1980-е годы, и в настоящее время большинство месторождений эксплуатируется на поздних стадиях разработки. Это требует внедрения технологий повышения нефтеотдачи, оптимизации систем сбора и транспортировки, а также цифровизации производственных процессов. Однако для реализации этих задач необходима система объективной оценки эффективности внедряемых решений, позволяющая определить приоритетные направления технологического развития, минимизировать риски и обеспечить прозрачность инвестиционных процессов.

В условиях Ливии эффективность внедрения технологий должна рассматриваться с позиций комплексного подхода, включающего экономические, экологические, институциональные и социальные критерии. На первом этапе особое значение имеет инвестиционно-экономическая эффективность, поскольку отрасль нуждается в масштабных вложениях для восстановления и модернизации инфраструктуры. Основными критериями здесь выступают показатели чистого дисконтированного дохода, срока окупаемости, внутренней нормы доходности и индекса прибыльности проектов²². Однако простое использование финансовых индикаторов не отражает реальной картины, так как не учитывает высокий уровень политических рисков, нестабильность внешней среды и недостаточность данных для прогнозирования денежных потоков. В связи с этим важную роль играет сценарное моделирование,

²² Fitzgerald, M. The Role of Digitalization in the Future of North African Oil and Gas / M. Fitzgerald // Energy Reports. – 2023. – Vol. 9. – P. 1234-1247

позволяющее оценивать эффективность внедрения технологий при различных сценариях развития — от оптимистического до стрессового.

На втором уровне необходимо учитывать производственно-технологическую эффективность, отражающую влияние инноваций на технические и эксплуатационные показатели отрасли. В условиях Ливии это прежде всего повышение коэффициента нефтеотдачи, снижение потерь при транспортировке, увеличение времени безаварийной работы оборудования и сокращение простоев, связанных с техническими неисправностями²³. Поскольку в стране отсутствует развитая система технологического мониторинга, внедрение цифровых инструментов контроля и анализа производственных данных может стать одним из наиболее эффективных направлений модернизации. Цифровизация позволит создавать базы данных по скважинам, формировать модели поведения пластов и осуществлять оперативный контроль над процессом добычи. В этом случае критерии эффективности включают скорость обработки информации, точность прогнозирования и степень интеграции цифровых систем в производственный цикл.

Не менее значимым направлением является экологическая эффективность, которая в Ливии долгое время оставалась на периферии внимания. Массовое сжигание попутного нефтяного газа, утечки при транспортировке и низкий уровень очистки сточных вод создают значительную нагрузку на экосистемы²⁴. Оценка эффективности экологически ориентированных технологий должна включать показатели снижения выбросов, увеличения доли утилизируемого газа, энергоэффективности процессов и использования возобновляемых источников энергии на промыслах. Применение международных стандартов ESG в качестве инструмента оценки и отчетности может стать стимулом для привлечения

²³ Каримов, Р. Т. Управление инновационными проектами в нефтегазовом секторе Ливии: дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Р. Т. Каримов. – М., 2022. – 218 с.

²⁴ Мастепанов, А. М. Глобальные тренды в нефтегазовой отрасли: от добычи к переработке / А. М. Мастепанов. – Москва : Нефть и газ, 2023. – 401 с.

зарубежных инвестиций и улучшения имиджа страны на мировом энергетическом рынке.

Важным элементом системы оценки является институциональная эффективность, отражающая способность государственных и корпоративных структур создавать условия для технологических инноваций. В Ливии, где управление нефтегазовой отраслью осуществляется преимущественно через Национальную нефтяную корпорацию (NOC), эффективность внедрения технологий во многом зависит от прозрачности процедур, качества нормативного регулирования и уровня взаимодействия с международными партнерами. В этой связи критериями оценки выступают степень открытости информации, наличие долгосрочных стратегий технологического развития, качество программ подготовки кадров и эффективность использования международной технической помощи.

Для практической реализации системы оценки эффективности целесообразно применять интегральную модель, объединяющую различные группы критериев. Такая модель должна базироваться на принципах системности, адаптивности и сопоставимости. Интегральный показатель эффективности может формироваться на основе весовых коэффициентов, определяемых экспертным путем, и включать четыре ключевых блока: экономический, технологический, экологический и институциональный. Например, для Ливии в текущих условиях удельный вес экономического и технологического блоков должен быть выше (по 35–40 %), тогда как экологический и институциональный блоки — около 10–15 %. Со временем, по мере стабилизации отрасли, соотношение может меняться в пользу устойчивого и инновационного развития.

Особую роль в условиях Ливии играют экспертно-аналитические методы оценки, поскольку статистическая база данных по технологическим проектам ограничена. Применение метода Делфи, позволяющего обобщать мнения

отечественных и зарубежных специалистов, может стать эффективным инструментом определения приоритетных технологий для внедрения. На основе такого анализа формируется карта технологических возможностей отрасли, включающая не только текущие проекты, но и потенциальные направления — интеллектуальные системы управления добычей, автоматизированные комплексы бурения, технологии улавливания и хранения углекислого газа (CCUS), а также методы увеличения нефтеотдачи пластов.

Для нефтегазовой отрасли Ливии крайне важно учитывать и социально-экономическую эффективность внедрения технологий, так как отрасль является основным источником доходов государства и занятости населения²⁵. Эффективность здесь должна оцениваться через показатели создания новых рабочих мест, развития человеческого капитала, роста уровня технического образования и интеграции местных специалистов в международные проекты. Особое внимание следует уделять программам технологического трансфера и сотрудничеству с зарубежными университетами и исследовательскими центрами. Повышение уровня компетенций национальных кадров станет важнейшим фактором устойчивости технологической модернизации.

Следует отметить, что для Ливии проблема оценки эффективности внедрения технологий тесно связана с вопросами трансфера технологий и международного сотрудничества. Ограниченные возможности внутреннего рынка и недостаток собственных НИОКР делают страну зависимой от внешних поставщиков инноваций. Поэтому при выборе технологий важно не только оценивать их экономическую целесообразность, но и учитывать долгосрочные эффекты — возможность локализации производства, создания совместных предприятий, развития научной базы и инфраструктуры. Методы оценки должны включать показатели доли локального содержания, степени вовлечения

²⁵ Конопляник, А. А. Цифровая трансформация ТЭК: мировой опыт и российские практики / А. А. Конопляник. — Москва : Энергия, 2021. — 334 с.

национальных предприятий и возможности последующей самостоятельной эксплуатации технологий.

Среди современных инструментов, которые могут быть использованы в Ливии, стоит выделить индикаторы технологической зрелости (TRL), применяемые международными нефтегазовыми компаниями. Этот подход позволяет классифицировать технологии по степени их готовности к промышленному внедрению — от концептуальной идеи до массового производства. Использование TRL в сочетании с экономическими показателями даёт возможность выстраивать приоритеты инвестирования и избегать рисков преждевременного внедрения неподготовленных решений.

Важным направлением совершенствования методологии является внедрение цифровых платформ управления инновациями, которые могут стать инструментом сбора, обработки и анализа данных о технологических проектах. Такие платформы обеспечивают возможность мониторинга в реальном времени, прозрачности инвестиционных процессов и автоматизации расчётов показателей эффективности. Для Ливии, где проблемы бюрократии и недостаточной прозрачности часто тормозят развитие, цифровизация системы оценки позволит повысить доверие инвесторов и ускорить процессы принятия решений.

Перспективной задачей является также создание национальной системы оценки технологической эффективности, интегрированной с международными стандартами. Она должна включать единые критерии, методические рекомендации и механизмы аудита. Разработка такой системы может быть осуществлена при участии Министерства нефти и газа Ливии, Национальной нефтяной корпорации, университетов и международных экспертов. Это позволит унифицировать подходы, обеспечить сопоставимость данных и сформировать объективную базу для стратегического планирования.

Таким образом, формирование в Ливии эффективной системы оценки внедрения технологий требует комплексного подхода, сочетающего

количественные и качественные методы анализа. Основные принципы такой системы — системность, прозрачность, адаптивность и ориентация на устойчивое развитие. Критерии оценки должны учитывать не только экономические результаты, но и технологический прогресс, социальные и экологические эффекты, а также институциональные условия, определяющие способность отрасли к восприятию инноваций.

Эффективная методология оценки внедрения технологий способна стать инструментом перехода нефтегазовой отрасли Ливии на качественно новый уровень развития. Она позволит рационально распределять инвестиции, минимизировать риски, повышать производительность и экологическую устойчивость, а главное — сформировать технологическую основу для долгосрочной энергетической безопасности страны. В конечном итоге именно системная и объективная оценка эффективности инноваций станет ключевым элементом стратегии технологической модернизации, направленной на превращение Ливии из поставщика сырья в современного участника глобальной энергетической экосистемы.

1.3 Мировой опыт технологического развития в нефтегазовой отрасли

Технологическое развитие нефтегазовой отрасли представляет собой одну из ключевых движущих сил мировой экономики на протяжении последних столетий. Именно в этом секторе происходили многие прорывные изменения, определившие не только характер энергетической политики государств, но и облик современной промышленной цивилизации. Эволюция технологий добычи, транспортировки и переработки углеводородов сформировала основу глобальной энергетической системы, от эффективности и устойчивости которой во многом зависит экономическая безопасность стран. В условиях ускоренного научно-технического прогресса, цифровизации и климатических вызовов

технологическая модернизация нефтегазового комплекса приобретает стратегическое значение.

Исторически мировое технологическое развитие нефтегазовой отрасли проходило несколько этапов, каждый из которых отражал доминирующие тенденции промышленного роста и научных открытий. В середине XX века технологические изменения были сосредоточены на механизации и стандартизации производственных процессов. Основное внимание уделялось буровому оборудованию, насосным станциям, транспортной инфраструктуре и переработке. Тогда эффективность измерялась преимущественно физическими параметрами — глубиной бурения, скоростью проходки, коэффициентом извлечения нефти. Развитие технологий в этот период имело экстенсивный характер: увеличение объёмов добычи достигалось за счёт освоения новых месторождений и роста числа производственных мощностей.

С 1970-х годов на фоне энергетических кризисов и роста стоимости ресурсов акцент технологического развития сместился в сторону повышения эффективности использования сырья и энергии²⁶. Начался активный поиск решений, позволяющих извлекать больше нефти при меньших затратах. Появились первые методы повышения нефтеотдачи пластов (EOR), были внедрены технологии вторичного и третичного воздействия, применялись новые химические реагенты и газовые закачки. Одновременно развивалось компьютерное моделирование геологических структур, что позволило точнее определять параметры месторождений и планировать буровые операции.

Следующий этап — конец XX и начало XXI века — стал периодом цифровой трансформации нефтегазовой индустрии. Ключевым направлением стало объединение инженерных, информационных и управленческих технологий в единые интеллектуальные системы. В этот период сформировалась концепция

²⁶ Al-Hawaij, M. The Impact of Political Instability on Libya's Oil Production and Revenues / M. Al-Hawaij // Energy Policy. – 2023. – Vol. 172. – P. 113-125.

«умного месторождения» (Smart Field), основанная на интеграции автоматизированных систем управления, датчиков, сетевых технологий и аналитических платформ²⁷. С этого момента нефтегазовая отрасль перестала быть исключительно промышленным комплексом: она превратилась в высокотехнологичную систему управления данными и процессами.

Современный этап технологического развития отрасли связан с переходом к низкоуглеродной энергетике и активным внедрением цифровых решений. Передовые компании стремятся не просто повышать эффективность производства, но и снижать углеродный след, оптимизировать использование энергии, внедрять принципы циркулярной экономики. Это отражает новую парадигму технологического развития — устойчивую, цифровую и интеллектуальную. Ведущие мировые нефтегазовые корпорации — Shell, BP, TotalEnergies, ExxonMobil, Equinor, Saudi Aramco — пересматривают свои стратегические модели, превращаясь в многоэнергетические компании, совмещающие традиционную добычу с развитием альтернативных источников энергии, водородных технологий и систем улавливания углерода²⁸.

Важнейшей особенностью современного этапа является глубокая взаимосвязь технологического и организационного развития. Речь идёт не просто о внедрении оборудования, но о перестройке всей системы управления производством. Опыт таких компаний, как BP и Chevron, показал, что внедрение цифровых двойников месторождений и технологий машинного обучения требует не меньших изменений в корпоративной культуре, чем в инженерной практике. Таким образом, мировая нефтегазовая отрасль вступила в эпоху, где границы между технологиями, управлением и стратегией становятся всё более размытыми.

²⁷ Al-Ubaydi, F. Prospects for Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) in Libya's Hydrocarbon Industry / F. Al-Ubaydi, S. Romano // International Journal of Greenhouse Gas Control. – 2023. – Vol. 124. – P. 103-115.

²⁸ National Oil Corporation (NOC). Libya's Oil and Gas Industry: 5-Year Development and Modernization Plan (2024-2029). – Tripoli : NOC, 2023. – 89 p.

Мировой опыт свидетельствует, что технологическое развитие отрасли определяется не только уровнем научных знаний, но и эффективностью институциональной среды. В странах, где государство и частный сектор выстроили устойчивое взаимодействие в сфере инноваций, технологические прорывы происходят быстрее и при меньших затратах. В этом отношении наиболее показательным примером являются США и Норвегия. Первая страна демонстрирует силу рыночных механизмов и предпринимательской инициативы, вторая — пример сбалансированной государственной политики и стратегического планирования. В США технологические инновации формировались в рамках университетских лабораторий, венчурных компаний и частных исследовательских центров. Механизм конкуренции стимулировал компании искать новые решения, а развитая финансовая инфраструктура позволяла быстро масштабировать удачные разработки. Именно в США зародились технологии горизонтального бурения, многостадийного гидроразрыва пласта и цифрового моделирования месторождений, что в конечном итоге привело к «сланцевой революции» и радикальному изменению мировой энергетической карты.

Норвегия пошла иным путём, создав государственно-координированную модель инновационного развития. На основе тесного взаимодействия нефтяных компаний, университетов и научных центров была сформирована система, обеспечивающая не только технологическое лидерство, но и экологическую устойчивость отрасли. Норвежский пример демонстрирует, что даже при ограниченных объёмах добычи возможно достичь максимальной эффективности за счёт внедрения технологий комплексного управления жизненным циклом месторождения, цифровизации буровых операций и автоматизации процессов контроля²⁹. Одновременно в стране действует развитая система

²⁹ Baker Hughes. International Rig Count [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://rigcount.bakerhughes.com/intl-rig-count> (дата обращения: 17.10.2025)

технологического регулирования, где государство не просто финансирует исследования, но и устанавливает стандарты экологической и промышленной безопасности, стимулируя компании внедрять инновации.

Мировой опыт последних двух десятилетий показывает, что технологическое развитие нефтегазового сектора всё чаще выходит за рамки традиционных инженерных решений и приобретает системный, междисциплинарный характер. Отрасль стала пространством взаимодействия цифровых технологий, материаловедения, экологии, экономики и управления. Главной тенденцией выступает переход от изолированных инноваций к комплексным платформенным решениям, интегрирующим весь жизненный цикл месторождения — от разведки до сбыта готовой продукции.

Цифровизация, искусственный интеллект и аналитика больших данных (Big Data) радикально меняют способы планирования, прогнозирования и принятия решений. Ведущие мировые компании внедряют технологии цифровых двойников (Digital Twin), представляющих собой виртуальные копии месторождений, буровых установок и производственных комплексов. Эти модели позволяют в реальном времени моделировать технологические процессы, анализировать сценарии, оптимизировать параметры добычи и предсказывать поведение пластов. Пионерами применения цифровых двойников стали Shell и BP: на их платформах Smart Fields и Connected Upstream процессы добычи управляются автоматически, а решения принимаются на основе самообучающихся алгоритмов.

В нефтегазовом секторе США цифровизация стала не просто инструментом оптимизации, но и источником стратегического преимущества. Компании Chevron, ExxonMobil и ConocoPhillips используют аналитические платформы, обрабатывающие миллиарды данных о геологических и технологических параметрах. Системы предиктивного обслуживания оборудования позволяют заранее выявлять возможные неисправности, предотвращая аварии и снижая

эксплуатационные расходы. Практика показывает, что применение искусственного интеллекта сокращает количество внеплановых простоев на 20–30 %, а общие затраты на обслуживание — до 15 %³⁰.

Европейский опыт цифровой трансформации характеризуется ориентацией на экологическую эффективность и интеграцию ESG-подходов в технологическую стратегию. Компании TotalEnergies и Eni активно внедряют автоматизированные системы контроля за выбросами парниковых газов, создают цифровые карты углеродного следа, используют блокчейн-технологии для отслеживания углеродных единиц и сертификации экологических проектов. Этот опыт отражает более широкую тенденцию — переход от узкоэкономических критериев технологической эффективности к комплексной оценке, включающей социальные и экологические параметры.

Ключевым направлением мирового технологического развития остаются методы повышения нефтеотдачи пластов (Enhanced Oil Recovery, EOR). В разных странах они реализуются с учетом геологических особенностей и климатических условий. США, Канада и Китай применяют газовые и химические методы, в то время как на Ближнем Востоке и в Северной Африке развиваются термические технологии и закачка углекислого газа. По данным Международного энергетического агентства (IEA), использование EOR-технологий позволяет увеличить коэффициент извлечения нефти в среднем на 15–25 %, что эквивалентно открытию новых месторождений без дополнительных геологоразведочных затрат.

Примечательно, что технологии EOR всё чаще сочетаются с экологическими инновациями. Закачка CO₂ в пласт используется не только для повышения нефтеотдачи, но и как инструмент улавливания и хранения углерода (Carbon Capture, Utilization and Storage — CCUS). Пионером в этой области стала

³⁰ Final Report: Feasibility Study on the Implementation of Smart Field Technologies in the Sirte Basin. – Tripoli : National Oil Corporation (NOC), 2022. – 167 p.

Норвегия, реализовавшая проект Sleipner, в рамках которого ежегодно закачивается более миллиона тонн CO₂. Позднее аналогичные инициативы появились в Канаде (Quest Project) и США (Petra Nova). Эти примеры демонстрируют, что технологическое развитие нефтегазовой отрасли может сочетать экономические и климатические цели, превращая инновации в инструмент устойчивого роста.

Значительный интерес вызывает опыт Саудовской Аравии, где технологическая модернизация стала центральным элементом национальной стратегии Vision 2030. Государственная компания Saudi Aramco реализует масштабные программы внедрения робототехники, автоматизированного мониторинга и искусственного интеллекта. В рамках платформы Fourth Industrial Revolution Center развиваются решения по цифровой обработке геологических данных, дистанционному управлению бурением и контролю состояния скважин. В результате компания добилась сокращения затрат на эксплуатацию на 18 %, повышения энергоэффективности на 25 % и значительного улучшения показателей промышленной безопасности.

Особенностью саудовской модели является сочетание технологических инноваций с развитием национальных компетенций. Созданная в стране сеть научно-исследовательских центров, таких как Dhahran Techno Valley, стала ядром для подготовки специалистов и проведения прикладных исследований. Этот опыт показывает, что технологическое развитие невозможно без кадровой и образовательной базы, а внедрение инноваций требует синхронизации с научной политикой государства.

Китай демонстрирует иной, но не менее показательный путь технологической модернизации. Основой его стратегии является масштабное государственное планирование и концентрация инвестиций в ключевых секторах. Китайские компании CNPC и Sinopec активно внедряют отечественные разработки в области цифрового бурения, интеллектуального мониторинга и

энергосбережения. В последние годы особое внимание уделяется технологиям водородной энергетики и улавливания углерода. Китай развернул более 20 пилотных проектов по CCUS, став одним из лидеров в Азии по объему хранения CO₂. Такой подход отражает стремление страны к технологическому суверенитету, при котором развитие нефтегазовых технологий становится инструментом национальной энергетической безопасности.

Канада, обладая сложными природными условиями и высокими экологическими требованиями, сосредоточила усилия на разработке «чистых технологий». Канадская модель отличается акцентом на энергоэффективность, утилизацию попутного газа, водоочистку и повторное использование отходов. Применение мембранных технологий, катализаторов нового поколения и интеллектуальных систем контроля позволило снизить выбросы парниковых газов на нефтеносных песках на 30 % по сравнению с уровнем 2005 года. При этом правительство страны активно поддерживает инновационные проекты через гранты и налоговые стимулы, формируя устойчивую связку между наукой и промышленностью.

Опыт Австралии также заслуживает внимания. Здесь акцент делается на технологиях сжиженного природного газа (LNG) и автоматизации транспортно-логистических процессов. В стране создана одна из самых передовых систем мониторинга LNG-производств, основанная на технологиях IoT и машинного зрения. Эти решения обеспечивают постоянный контроль за температурными и химическими параметрами, повышая безопасность и надёжность поставок.

Отдельного анализа заслуживает роль международных энергетических корпораций, которые, обладая глобальными сетями, стали центрами технологической интеграции. Компании BP, Shell, ExxonMobil, TotalEnergies, Eni и Equinor не только разрабатывают собственные инновации, но и активно участвуют в трансфере технологий в развивающиеся страны. Программы сотрудничества включают совместные исследовательские проекты, подготовку

кадров и создание технологических центров. Эти корпорации становятся проводниками лучших мировых практик, формируя новые стандарты отрасли и ускоряя распространение передовых решений.

Важным элементом современного мирового опыта является использование принципов устойчивого технологического развития. Международное энергетическое агентство (IEA), Всемирный банк и Организация стран-экспортёров нефти (ОПЕК) подчёркивают необходимость баланса между экономическим ростом, социальным благополучием и экологической ответственностью³¹. Это означает, что технологические инновации должны оцениваться не только по показателям прибыли, но и по их вкладу в снижение выбросов, сохранение экосистем и развитие человеческого капитала.

Современная нефтегазовая отрасль всё более активно использует принципы циркулярной экономики — повторное использование ресурсов, минимизацию отходов, переработку побочных продуктов. Технологии рекуперации тепла, повторного применения воды и утилизации углеродсодержащих соединений становятся стандартом для ведущих компаний. Такие практики позволяют снижать издержки и одновременно повышать репутационную устойчивость бизнеса.

Сравнение национальных стратегий технологического развития нефтегазовой отрасли показывает, что, несмотря на различие исторических, экономических и институциональных предпосылок, успешные модели имеют ряд общих характеристик. Главной из них является стратегическая целостность технологической политики — её направленность не только на краткосрочные коммерческие результаты, но и на формирование долгосрочного научно-технического потенциала. Именно это качество отличает зрелые инновационные системы от фрагментарных и зависимых от конъюнктуры.

³¹ U.S. Energy Information Administration (EIA). Libya Analysis [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.eia.gov/international/analysis/country/LBY> (дата обращения: 07.10.2025).

В Соединённых Штатах технологическое развитие опирается на принцип предпринимательской инициативы и конкурентного отбора технологий. Государство создаёт институциональные условия, обеспечивая налоговые стимулы, защиту интеллектуальной собственности и доступ к венчурному капиталу, но не вмешивается в технологические решения. Благодаря этому инновации в нефтегазовом секторе США развиваются динамично и диверсифицированно. «Сланцевая революция» стала ярчайшим примером того, как взаимодействие науки, бизнеса и финансового капитала может трансформировать мировой рынок³². Применение горизонтального бурения, гидроразрыва пласта, микросейсмического мониторинга и цифрового моделирования месторождений позволило существенно снизить себестоимость добычи, сделав ранее нерентабельные запасы коммерчески доступными.

В противоположность американской децентрализованной модели, европейские страны развивают более сбалансированные и социально ориентированные подходы. Их инновационная политика строится на принципах устойчивого развития и экологической ответственности. Нефтегазовые корпорации Европы интегрируют новые технологии в стратегию энергетического перехода, стремясь сочетать прибыльность с низкоуглеродным производством. Так, норвежская компания Equinor и французская TotalEnergies внедряют цифровые платформы управления добычей, системы улавливания и хранения углерода (CCUS), а также проекты по совместному использованию возобновляемых источников энергии. Эти примеры свидетельствуют, что технологическое развитие в современном мире неразрывно связано с задачами декарбонизации и климатической адаптации.

Ближневосточные страны, прежде всего Саудовская Аравия, Катар и Объединённые Арабские Эмираты, формируют собственную модель

³² Филиппова, К. С. Анализ конкурентоспособности ливийской нефти на мировом рынке / К. С. Филиппова // Российское предпринимательство. – 2021. – Т. 22, № 4. – С. 799–816

технологической модернизации, основанную на стратегическом планировании и концентрации государственных инвестиций. В рамках национальных программ «Vision 2030» и «UAE Centennial» особое внимание уделяется созданию цифровых экосистем, научных парков и исследовательских центров. Saudi Aramco стала мировым лидером в сфере интеллектуальных месторождений, применяя искусственный интеллект, робототехнику и технологии предиктивного обслуживания оборудования³³. В отличие от западных стран, где инновации во многом развиваются на основе частного капитала, ближневосточная модель опирается на государственное финансирование и централизованное управление, что позволяет реализовывать масштабные проекты, требующие долгосрочных инвестиций и высокой координации.

Азия демонстрирует стратегию технологического догоняющего развития. Китай, Индия, Малайзия и Южная Корея концентрируют усилия на освоении передовых технологий и их адаптации к национальным условиям. В Китае создаются крупные государственные исследовательские центры, развивается собственное оборудование для бурения и переработки, внедряются технологии искусственного интеллекта и систем управления энергоэффективностью. Китайский опыт подтверждает, что государственная координация и ориентация на технологическую самостоятельность могут стать мощным инструментом ускорения инновационного роста. При этом важным направлением становится локализация технологий — постепенный переход от импорта оборудования к его национальному производству.

Латинская Америка, несмотря на меньшую динамику технологического прогресса, демонстрирует примеры успешной специализации. Так, бразильская Petrobras достигла мирового лидерства в области морской добычи на сверхглубоких шельфах, разработав уникальные технологии бурения в сложных

³³ Cordesman, A. H. The Geopolitics of Libyan Energy: Internal Conflict and Global Markets / A. H. Cordesman. – Washington, DC : CSIS, 2023. – 312 p.

геологических условиях. Этот опыт показывает, что даже в условиях ограниченных ресурсов можно добиться технологического превосходства, если сосредоточиться на узких, но перспективных направлениях, где страна способна сформировать собственные компетенции.

Анализируя глобальные практики, можно выделить три ключевых закономерности технологического развития нефтегазовой отрасли. Первая заключается в том, что инновации становятся системообразующим фактором конкурентоспособности. Уровень технологического развития напрямую определяет производительность труда, себестоимость продукции и экологические показатели. Вторая закономерность состоит в растущем значении цифровизации. Использование аналитики данных, искусственного интеллекта и автоматизации превращает традиционное производство в интеллектуальную систему, где решения принимаются на основе точных прогнозов и постоянного мониторинга. Третья закономерность связана с интеграцией энергетических и климатических стратегий. Внедрение технологий низкоуглеродного производства и CCUS становится неотъемлемым элементом долгосрочной устойчивости компаний и стран.

Применимость мирового опыта для Ливии определяется необходимостью преодоления технологического и институционального разрыва, сложившегося в последние десятилетия. Главной задачей является формирование национальной модели инновационного развития, которая сочетала бы адаптацию международных технологий с постепенным формированием собственной исследовательской базы. Первым шагом должно стать создание современной системы управления инновациями в нефтегазовом секторе, включающей мониторинг технологического состояния отрасли, определение приоритетных направлений модернизации и формирование единой базы данных по внедряемым технологиям.

Особое значение имеет развитие кадрового потенциала. Мировая практика показывает, что технологическое лидерство невозможно без высококвалифицированных специалистов, способных не только применять, но и развивать инновации. Для Ливии необходимо формирование инженерно-научных школ, тесно связанных с промышленностью, а также участие в международных образовательных и исследовательских программах. Важным направлением является создание совместных исследовательских центров с ведущими мировыми нефтегазовыми компаниями и университетами.

Вторым приоритетом становится развитие институциональной среды, способствующей инновациям. Это включает формирование системы налоговых и финансовых стимулов для компаний, внедряющих новые технологии; защиту прав интеллектуальной собственности; поддержку частно-государственного партнёрства и прозрачность процедур лицензирования. Использование международных стандартов отчётности и оценки эффективности (в том числе ESG-метрик) позволит повысить доверие иностранных инвесторов и интегрировать Ливию в глобальную технологическую систему.

Важнейшим уроком мирового опыта является понимание того, что технологическая модернизация нефтегазового комплекса должна рассматриваться не как краткосрочная программа восстановления, а как долгосрочная стратегия структурных преобразований. Устойчивое развитие возможно лишь при переходе от экспортно-сырьевой модели к инновационно-ориентированной экономике, в которой нефтегазовая отрасль выступает не только источником бюджетных доходов, но и драйвером научно-технического прогресса.

Для Ливии это означает необходимость сочетания трёх взаимосвязанных направлений: модернизации существующих производственных мощностей, внедрения цифровых и экологически чистых технологий, а также формирования системы подготовки кадров и научных исследований. Только объединение этих

элементов способно обеспечить качественный технологический рывок, снизить зависимость от импорта технологий и укрепить энергетическую безопасность страны.

В целом мировой опыт технологического развития нефтегазовой отрасли позволяет заключить, что инновации становятся ключевым фактором устойчивости, конкурентоспособности и национальной безопасности. Страны, сумевшие выстроить целостную систему взаимодействия государства, науки и бизнеса, достигли не только роста добычи, но и повышения эффективности, экологической ответственности и социальной стабильности. Для Ливии обращение к этому опыту имеет не просто практическое, но и стратегическое значение: оно открывает путь к возрождению нефтегазовой отрасли как современного, высокотехнологичного и конкурентоспособного сектора, способного стать основой экономического роста и источником национальной модернизации.

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ЛИВИИ

2.1. Современное состояние нефтегазовой отрасли Ливии

Нефтегазовая отрасль Ливии на протяжении более полувека занимает центральное место в структуре национальной экономики и политической системы. Она обеспечивает свыше 90 % экспортных поступлений и около 60 % бюджетных доходов, выступая главным источником финансовой устойчивости государства. При этом нефть и газ для Ливии — не только экономический, но и геополитический ресурс, определяющий роль страны на международной арене. В настоящее время отрасль переживает сложный этап: сочетание значительного природно-ресурсного потенциала с глубокими институциональными и технологическими проблемами формирует противоречивый образ — между возможностью технологического возрождения и риском затяжной стагнации.

Ливия располагает крупнейшими в Африке доказанными запасами нефти — порядка 48 миллиардов баррелей, а также около 1,4 триллиона кубометров природного газа. Геологическая структура страны благоприятна для разработки углеводородов, особенно в районах Сиртского бассейна, Мурзука и Гадамеса³⁴. Ливийская нефть отличается высоким качеством и низким содержанием серы, что делает её востребованной на европейских нефтеперерабатывающих заводах. Природные условия, относительно невысокая себестоимость добычи и близость к основным рынкам Европы в совокупности создают уникальные конкурентные преимущества.

Тем не менее, начиная с 2011 года, нефтегазовый сектор страны столкнулся с беспрецедентными вызовами. Политическая нестабильность, вооружённые конфликты и распад государственных институтов привели к разрушению

³⁴ Al-Zubaidy, S. M. A. Assessing the Feasibility of Integrating Renewable Energy into Libyan Oil and Gas Operations / S. M. A. Al-Zubaidy // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2021. – Vol. 147. – P. 111-125

инфраструктуры, сокращению инвестиций и потере управляемости отраслью. До гражданской войны Ливия добывала около 1,65 миллиона баррелей нефти в сутки, занимая лидирующие позиции на африканском континенте. В 2011 году добыча практически остановилась, а восстановление шло крайне медленно и неравномерно. На протяжении последующего десятилетия объёмы производства колебались от 200 до 1300 тысяч баррелей в сутки в зависимости от ситуации на местах. По данным Международного энергетического агентства (IEA), в 2023 году добыча стабилизировалась на уровне 1,1–1,2 миллиона баррелей в сутки, что всё ещё существенно ниже довоенных показателей³⁵.

Исторически отрасль развивалась под влиянием внешних факторов. С момента открытия крупных месторождений в конце 1950-х годов иностранные компании играли решающую роль в освоении ресурсов. После национализации нефтяного сектора в 1970-х годах была создана Национальная нефтяная корпорация (National Oil Corporation, NOC), которая взяла на себя функции регулирования, разведки, добычи и экспорта. В течение нескольких десятилетий NOC обеспечивала стабильную работу отрасли, однако после политического кризиса 2011 года столкнулась с потерей контроля над частью месторождений и инфраструктуры.

Современная структура нефтегазового комплекса Ливии представляет собой сложное сочетание государственного и частного участия. Национальная нефтяная корпорация остаётся формальным владельцем ресурсов и координатором деятельности, но более 70 % добычи осуществляется совместными предприятиями с иностранными компаниями. Среди них — итальянская Eni, французская TotalEnergies, испанская Repsol, австрийская OMV и американская ConocoPhillips. Эти партнёрства позволяют сохранять экспортный потенциал страны, однако инвестиционная активность остаётся

³⁵ S&P Global Commodity Insights. Libya's Oil Sector: Navigating Politics and Production [Электронный ресурс]. — 2024. — URL: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/> (дата обращения: 08.10.2025)

низкой из-за высокого уровня риска, непрозрачности нормативной базы и частых блокад экспортных терминалов.

Наиболее продуктивные месторождения сосредоточены в центральной и юго-западной частях страны — в Сиртском бассейне, Мурзуке и Гадамесе. В Сиртском регионе расположены месторождения Ваха, Самах, Дахра и Нафура, дающие около половины национальной добычи. Южные районы — Эль-Шарара и Мурзук — обеспечивают до четверти общих объёмов добычи, но находятся в зонах с повышенным риском безопасности. Газовые месторождения Вафа и Бахр Эссалам эксплуатируются совместно с итальянской компанией Eni, обеспечивая поставки по транссредиземноморскому газопроводу Greenstream в Италию. Этот проект имеет стратегическое значение для Европы, особенно на фоне роста потребности в альтернативных поставках газа.

Технологическое состояние отрасли остаётся проблемным. Большинство добывающих мощностей и инфраструктурных объектов эксплуатируются с 1970–1980-х годов и требуют модернизации. Более 40 % оборудования находится в неудовлетворительном состоянии, а потери при транспортировке нефти достигают 8–10 % от объёмов добычи³⁶. Система технического обслуживания работает нерегулярно, а многие производственные процессы зависят от устаревших механических технологий. Отсутствие долгосрочных инвестиций препятствует внедрению методов повышения нефтеотдачи (EOR), интеллектуальных систем мониторинга и цифровых решений, которые давно стали стандартом в ведущих мировых нефтегазовых странах.

Перерабатывающая инфраструктура включает четыре основных нефтеперерабатывающих завода — в Рас-Лануфе, Аз-Завии, Тобруке и Брге. Их совокупная мощность превышает 380 тысяч баррелей в сутки, однако реальная загрузка не превышает 50–60 % из-за износа оборудования и периодических

³⁶ Reuters. Libya Energy News [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.reuters.com/business/energy/> (дата обращения: 11.10.2025)

перебоев с поставками сырья. Уровень технологического оснащения НПЗ низок, а экологические стандарты устарели. В результате значительная часть продукции экспортируется в виде сырой нефти, тогда как доля нефтепродуктов внутреннего производства остаётся невысокой.

На рисунке 1 представлена динамика добычи нефти в Ливии за период с 2010 по 2024 год³⁷.

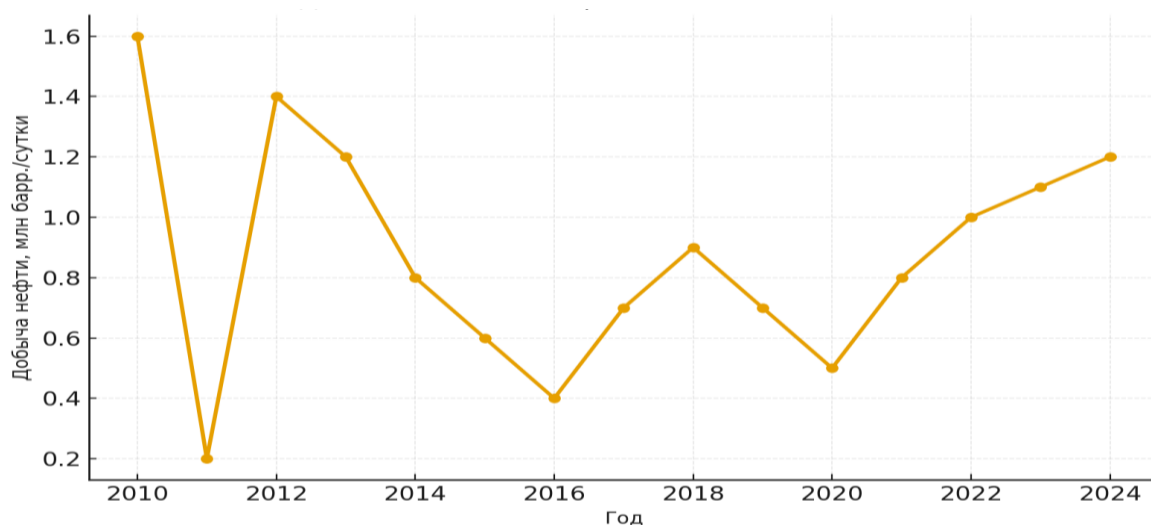


Рис. 1 - Динамика добычи нефти в Ливии (2010–2024 гг.)

График наглядно отражает неустойчивую траекторию развития нефтедобычи в Ливии за последние полтора десятилетия. После максимальных объёмов в 2010 году (около 1,6 млн баррелей в сутки) последовал резкий спад в 2011 году, связанный с военными действиями и разрушением инфраструктуры. В период 2014–2018 гг. добыча колебалась на уровне 0,6–0,9 млн баррелей в сутки, демонстрируя высокую волатильность вследствие политической нестабильности и недостатка инвестиций. Восстановление отрасли началось с 2018 года, однако темпы роста оставались умеренными из-за технологического износа оборудования и зависимости от иностранных операторов. К 2024 году

³⁷ International Energy Agency (IEA). Libya [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.iea.org/countries/libya> (дата обращения: 16.10.2025)

добыча достигла 1,2 млн баррелей в сутки, что свидетельствует о постепенной стабилизации, но ещё не возвращает страну к докризисным показателям.

Серьёзным вызовом является институциональная фрагментация управления отраслью. Формально NOC подчиняется Министерству нефти, однако фактически действует как автономная структура. Отсутствие чёткой вертикали власти приводит к дублированию функций и конфликту интересов между государственными и региональными структурами. Неурегулированность прав собственности на доходы от добычи создаёт условия для коррупции и усиливает социально-политические противоречия.

Финансовая устойчивость отрасли также остаётся ограниченной. Государственный бюджет Ливии по-прежнему критически зависит от нефтяных доходов, причём более половины экспортных поступлений направляется на субсидии и социальные выплаты, а не на модернизацию инфраструктуры. Это препятствует накоплению капитала для инвестиций в развитие. В то же время резервы валютных поступлений формируют основу для макроэкономической стабильности, что позволяет государству сохранять относительный контроль над ситуацией даже в периоды колебаний мировых цен.

Одним из наиболее острых технологических вызовов является деградация научно-исследовательского потенциала. Университеты и технические институты, ранее имевшие связи с промышленными предприятиями, оказались изолированы от практических задач. Отсутствие современных лабораторий и инженерных центров лишает страну возможности разрабатывать собственные технологические решения. В результате Ливия полностью зависит от импорта оборудования, сервисных услуг и инженерных кадров.

Несмотря на указанные ограничения, в последние годы наметились признаки постепенного восстановления отрасли. В 2021–2023 годах Национальная нефтяная корпорация предприняла шаги по повышению прозрачности финансовых потоков, внедрению цифровых инструментов учёта и

укреплению партнёрства с иностранными компаниями. Совместно с Eni и TotalEnergies ведутся переговоры о разработке новых шельфовых участков, модернизации транспортных систем и строительстве газоперерабатывающих мощностей. Эти инициативы направлены на создание более интегрированной модели развития, включающей добычу, переработку и экспорт.

Особую роль в перспективном развитии отрасли может сыграть цифровизация. В мировой практике внедрение цифровых двойников месторождений, искусственного интеллекта и аналитики больших данных позволяет существенно повысить эффективность добычи, снизить издержки и улучшить безопасность. Для Ливии такие решения особенно актуальны, поскольку компенсируют кадровый дефицит и минимизируют риски, связанные с человеческим фактором. NOC уже заявила о намерении внедрить систему дистанционного мониторинга и контроля производственных объектов, что станет первым шагом к формированию цифровой экосистемы отрасли.

Важным направлением модернизации является экологизация нефтегазового производства. Массовое сжигание попутного газа, загрязнение грунтовых вод и выбросы углеводородов в атмосферу требуют внедрения экологических стандартов, соответствующих международным нормам. Программы утилизации попутного газа, технологии улавливания и хранения углерода (CCUS), использование возобновляемых источников энергии на промыслах способны снизить углеродный след отрасли и укрепить её репутацию в глазах зарубежных партнёров.

Развитие газового сектора представляется одним из наиболее перспективных направлений. На фоне энергетического перехода в Европе растёт спрос на природный газ как на более экологичный энергоноситель. Для Ливии это открывает возможность укрепить позиции на рынке за счёт экспорта в страны ЕС. Восстановление инфраструктуры трубопровода Greenstream и строительство

новых мощностей по сжижению газа (LNG) могли бы существенно повысить экспортный потенциал страны.

Таким образом, современное состояние нефтегазовой отрасли Ливии можно охарактеризовать как переходное: от длительного кризиса к фазе осторожного восстановления. Отрасль сохраняет стратегическое значение для экономики, однако нуждается в глубокой структурной перестройке. Её будущее зависит от способности государства создать стабильную институциональную среду, обеспечить приток инвестиций и начать системную технологическую модернизацию.

Главные направления такого обновления включают: консолидацию управления отраслью, внедрение цифровых и экологических технологий, развитие научно-технического потенциала и подготовку национальных кадров. При выполнении этих условий нефтегазовый комплекс Ливии способен вновь стать двигателем экономического роста и основой устойчивого развития страны, обеспечивая не только экспортные поступления, но и технологическую независимость, энергетическую безопасность и социальную стабильность.

2.2. Оценка уровня технологического развития

Актуальная оценка уровня технологического развития нефтегазового сектора Ливии имеет не только академическое, но и прикладное значение, так как отражает степень готовности национальной экономики к интеграции в глобальные энергетические процессы и переходу к современным технологическим стандартам. Нефтегазовая промышленность остаётся единственной высокодоходной отраслью, обеспечивающей более 90 % экспортных поступлений и свыше 60 % бюджета страны. Однако технологическая база отрасли характеризуется высоким уровнем износа и зависимостью от внешних технологий. Для адекватного анализа необходимо

учитывать не только физическое состояние оборудования, но и комплексные показатели инновационной активности, институциональной среды и кадрового потенциала.

По данным Национальной нефтяной корпорации Ливии (NOC), в 2024 году совокупная мощность добычи нефти составила около 1,2 млн барр./сутки, при теоретическом потенциале — 2 млн барр./сутки. Доля неработающих скважин превышает 35 %, а более 60 % оборудования эксплуатируется свыше 25 лет. Коэффициент извлечения нефти из пластов в среднем не превышает 28–30 %, что заметно ниже среднего мирового уровня (около 42–45 %). По данным BP Statistical Review of World Energy 2024, производственная эффективность ливийских месторождений оценивается в 0,64 тонны на метр пробуренной скважины, тогда как в Саудовской Аравии и Норвегии аналогичный показатель достигает 1,2–1,4 тонны³⁸.

В таблице 1 рассмотрен уровень технологической оснащённости нефтегазовой отрасли Ливии и стран-сравнения³⁹.

Таблица 1 - Уровень технологической оснащённости нефтегазовой отрасли Ливии и стран-сравнения (2024 г.)

Страна	Уровень автоматизации, %	Коэффициент извлечения нефти, %	Индекс цифровизации (0–1)	Расходы на НИОКР от ВВП, %
Ливия	35	30	0,35	0,05
Алжир	60	38	0,55	0,3
Саудовская Аравия	75	42	0,72	0,6
Норвегия	90	47	0,88	1,2
Средний мировой уровень	70	43	0,65	1,1

³⁸ Rystad Energy [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.rystadenergy.com/> (дата обращения: 18.10.2025)

³⁹ The North Africa Post. Libya's Economy and Energy Sector [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://northafricapost.com/> (дата обращения: 13.10.2025)

Анализ данных таблицы показывает, что Ливия существенно отстаёт от мировых и региональных лидеров по основным показателям технологического развития. Уровень автоматизации производственных процессов в стране составляет около 35 %, что почти вдвое ниже среднего мирового значения. Коэффициент извлечения нефти — около 30 %, тогда как в странах с развитой технологической базой (Норвегия, Саудовская Аравия) он достигает 42–47 %. Индекс цифровизации Ливии равен 0,35, что отражает низкую степень внедрения систем управления данными, предиктивной аналитики и цифрового мониторинга. Доля расходов на НИОКР в ВВП не превышает 0,05 %, что указывает на слабую инновационную активность и зависимость от внешних технологий.

Наиболее высокие технологические показатели демонстрируют совместные предприятия с международным участием. Так, на месторождении El Sharara, разрабатываемом консорциумом Akakus Oil Operations (при участии Repsol, TotalEnergies и OMV), используется частичная автоматизация и современные системы контроля давления. Применение цифрового мониторинга позволило сократить неучтённые потери нефти на 8 % и повысить дебит отдельных скважин на 12–15 %. Однако этот опыт носит локальный характер и не распространяется на большинство объектов, где добыча осуществляется по устаревшим методикам без комплексного анализа пластовых параметров.

Отдельные элементы инновационной модернизации присутствуют и в газовом секторе, где благодаря участию компании Eni действует предприятие Mellitah Oil & Gas, обслуживающее месторождения Wafa и Bahr Essalam. Здесь внедрены технологии компримирования газа, дистанционного контроля давления и автоматизированные станции очистки. Однако общая степень цифровизации газового сектора Ливии оценивается экспертами на уровне 35–40 %, в то время как средний показатель по странам ОПЕК составляет 65–70 %, а в странах OECD — свыше 85 %.

Инфраструктура переработки и транспортировки углеводородов остаётся устаревшей. Четыре нефтеперерабатывающих завода — Рас-Лануф, Аз-Завия, Брега и Тобрук — построены в 1970–1980-е годы и работают с нагрузкой 50–55 % от проектной мощности⁴⁰. Средняя глубина переработки нефти не превышает 70 %, что значительно ниже современных стандартов (90–95 %). Отсутствие гидрокрекинговых и изомеризационных установок ограничивает выпуск светлых фракций, из-за чего до 60 % добываемой нефти экспортируется в сыром виде. Потери при транспортировке и хранении, по оценке World Bank Energy Diagnostics 2023, составляют до 8,7 % от объёма добычи, что в 3 раза выше среднего уровня стран Ближнего Востока⁴¹.

Существенную проблему представляет состояние трубопроводной системы. Протяжённость действующих нефтепроводов превышает 5,2 тыс. км, но около трети из них эксплуатируется более 40 лет. Только 15 % участков оборудовано современными системами диагностики и утечкочонтроля (Pipeline Integrity Systems). По оценке IEA, ежегодные потери при транспортировке нефти достигают 3–4 млн баррелей, что эквивалентно прямым убыткам порядка 250 млн долл. США.

Важным элементом оценки технологического развития является уровень автоматизации производственных процессов. На большинстве ливийских месторождений управление осуществляется вручную, системы SCADA и предиктивного анализа отсутствуют. Только 9 из 48 эксплуатируемых месторождений оснащены современными системами цифрового мониторинга. Для сравнения: в Норвегии и Катаре уровень автоматизации добычи превышает 90 %, а в странах Персидского залива — около 70 %. Это различие определяет не

⁴⁰ Middle East Economic Survey (MEES). Libya [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.mees.com/> (дата обращения: 12.10.2025)

⁴¹ Libya Herald [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://libyaherald.com/> (дата обращения: 17.10.2025)

только производственную эффективность, но и показатели промышленной безопасности.

Одним из наиболее уязвимых звеньев остаётся энергетическая и экологическая эффективность. По данным OPEC Annual Statistical Bulletin 2024, ежегодный объём сжигаемого попутного газа в Ливии превышает 4,6 млрд куб. м, что приводит к выбросам более 10 млн тонн CO₂. При этом доля утилизированного попутного газа не превышает 20 %, тогда как средний показатель по ОПЕК составляет 65 %⁴². Отсутствие технологий улавливания и хранения углерода (CCUS), а также слабая экологическая регуляция создают серьёзные репутационные риски для будущих экспортных контрактов, особенно с европейскими партнёрами, ориентирующимися на «углеродно-нейтральные» поставки.

Низкий уровень технологической зрелости во многом обусловлен ограниченностью национальной инновационной системы. Научно-исследовательские институты, существовавшие при НОС, были дезорганизованы после 2011 года. Из 18 инженерно-технических лабораторий, действовавших до гражданского конфликта, функционируют лишь 4. Университеты Триполи, Бенгази и Себхи испытывают дефицит современного лабораторного оборудования и не располагают доступом к международным научным базам данных. Доля внутренних затрат на НИОКР в ВВП Ливии не превышает 0,03 %, что в 40 раз ниже среднего мирового уровня (1,2 %) и почти в 60 раз ниже, чем в странах ОЭСР.

Кадровая ситуация также остаётся напряжённой. По данным Министерства нефти Ливии, численность инженерно-технического персонала в 2024 году составила около 23 тыс. человек, из которых лишь 15 % имеют профильное высшее образование, а доля специалистов младше 40 лет — менее 20 %. Средний

⁴² Baker Hughes. International Rig Count [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://rigcount.bakerhughes.com/intl-rig-count> (дата обращения: 17.10.2025)

возраст работников в нефтяных компаниях превышает 52 года. Недостаток молодых кадров и низкий уровень подготовки специалистов по цифровым и автоматизированным системам существенно ограничивают потенциал внедрения новых технологий.

В международных рейтингах технологической готовности Ливия занимает низкие позиции. В Global Innovation Index 2024 (WIPO) страна не входит в первую сотню, а в Energy Transition Index (WEF) находится на 122-м месте из 136, что отражает слабую институциональную интеграцию и низкий уровень технологической адаптации⁴³. Индекс цифровой готовности нефтегазового сектора, рассчитанный Deloitte в 2023 году, оценивает Ливию на уровне 1,8 из 5 возможных баллов, тогда как у Саудовской Аравии — 4,2, у Алжира — 3,3.

Комплексная оценка технологического развития нефтегазовой отрасли требует не только количественных, но и качественных показателей. В мировой практике для этого применяются индексы и методики, отражающие уровень технологической зрелости и эффективность использования инноваций. Одним из базовых инструментов является методика Technology Readiness Level (TRL), определяющая степень готовности технологий к промышленной эксплуатации. Согласно внутренним оценкам Национальной нефтяной корпорации Ливии, средний уровень TRL для ключевых технологических процессов составляет 5–6 по девятибалльной шкале, что соответствует стадии опытно-промышленного применения. Для сравнения, в странах ОПЕК средний показатель находится на уровне 7–8, а в ведущих нефтегазовых компаниях мира — 9, что указывает на полный цикл внедрения технологий в серийное производство.

⁴³ Energy Intelligence. Libya's Path to Oil Production Recovery [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.energyintel.com/> (дата обращения: 17.10.2025)

В таблице 2 представлен прогноз роста технологической зрелости (индекс TRL) до 2030 г⁴⁴.

Таблица 2 - Прогноз роста технологической зрелости (индекс TRL) до 2030 г.

Год	Средний TRL (1–9)	Ожидаемый уровень цифровизации (0–1)	Уровень автоматизации, %
2024	5,5	0,35	35
2026	6,2	0,45	45
2028	7,0	0,55	60
2030	7,8	0,65	70

Данные таблицы демонстрируют поступательную динамику роста уровня технологической зрелости нефтегазовой отрасли Ливии при условии последовательной реализации программ модернизации и цифровизации. В 2024 году средний индекс технологической готовности оценивается на уровне 5,5, что соответствует стадии опытно-промышленного внедрения технологий. К 2030 году прогнозируется достижение уровня 7,8, отражающего переход к стадии промышленной зрелости и устойчивого применения инноваций. Параллельно индекс цифровизации возрастёт с 0,35 до 0,65, а уровень автоматизации — с 35 до 70 %, что свидетельствует о возможном сближении с показателями стран ОПЕК и лидеров Ближнего Востока.

Другим важным индикатором является Digitalization Performance Index (DPI), разработанный консалтинговыми компаниями McKinsey и Accenture для оценки цифровой зрелости нефтегазовых предприятий. По данным отчёта McKinsey Oil & Gas Benchmark 2023, уровень цифровизации в Ливии оценивается

⁴⁴ Libya's Ministry of Oil and Gas [Электронный ресурс]. – Триполи, 2024. – URL: <http://www.energy.gov.ly/> (дата обращения: 03.10.2025)

на уровне 0,35 (по шкале от 0 до 1), что существенно ниже среднемирового значения (0,68) и значительно уступает аналогичным показателям Кувейта (0,74) и ОАЭ (0,81). Этот разрыв отражает как отсутствие технологической инфраструктуры, так и недостаток цифровых компетенций у персонала.

При анализе совокупной производительности факторов (Total Factor Productivity, TFP) в нефтегазовом секторе Ливии наблюдается устойчивое снижение показателя на протяжении последних десяти лет. Если в 2008–2010 годах рост TFP составлял в среднем 1,5 % в год, то в 2015–2023 годах он перешёл в отрицательную зону, достигая $-0,7$ %⁴⁵. Это свидетельствует о том, что увеличение добычи достигается преимущественно за счёт экстенсивного использования ресурсов, а не за счёт технологических улучшений. В странах Персидского залива этот показатель колеблется в пределах $+1,8$ – $2,2$ %, что демонстрирует их более высокую способность к инновационному воспроизводству.

Сравнительный анализ технологической обеспеченности между Ливией и соседними странами Северной Африки показывает значительное отставание. В Алжире уровень автоматизации добычи превышает 65 %, в Египте — 58 %, в то время как в Ливии он оценивается экспертами не выше 35 %. По числу буровых установок нового поколения (электронных и гибридных), обеспечивающих цифровой контроль бурения, Ливия располагает лишь 7 единицами, тогда как в Алжире их более 40, а в Нигерии — свыше 55. Это ограничивает возможности по геологоразведке и интенсификации добычи.

Структурные проблемы технологического развития усугубляются институциональными барьерами. Отсутствие координации между Министерством нефти, Национальной нефтяной корпорацией и региональными администрациями приводит к дублированию функций и неэффективному

⁴⁵ The Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC). Libya Facts and Figures [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/171.htm (дата обращения: 15.10.2025)

распределению ресурсов. По данным World Bank Libya Economic Monitor 2024, до 15 % инвестиций в отрасль ежегодно теряется из-за бюрократических процедур, несогласованных закупок и неэффективного контроля за проектами. Такая институциональная инерция снижает привлекательность сектора для международных инвесторов, особенно в области технологического партнёрства.

Тем не менее, отдельные сегменты отрасли демонстрируют признаки восстановления и адаптации. В 2023 году NOC совместно с итальянской компанией Eni и французской TotalEnergies приступила к реализации проекта «Digital Oilfield Libya 2030», предусматривающего внедрение технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и анализа больших данных для оптимизации добычи на месторождениях Waha и Mellitah. Согласно прогнозам, внедрение цифровых двойников и предиктивных моделей позволит увеличить добычу нефти на 10–12 % и снизить непроизводственные потери на 15 % в течение пяти лет.

В сфере автоматизации логистических процессов ведётся проект по внедрению интеллектуальных систем учёта на экспортных терминалах Эс-Сидра и Рас-Лануф. Планируется установка автоматизированных станций измерения объёма и состава нефти, а также систем онлайн-контроля давления в нефтепроводах. Ожидается, что это позволит снизить расхождения в статистике экспорта, которые, по данным NOC, в 2022 году достигали 3,5 % от общего объёма.

Оценка технологического уровня невозможна без анализа кадрового и образовательного потенциала. В настоящее время в Ливии насчитывается 9 высших учебных заведений, готовящих специалистов для нефтегазовой отрасли. Однако их материально-техническая база устарела. Согласно отчёту UNESCO Science Report 2023, только 17 % выпускников инженерных факультетов обладают практическими навыками работы с цифровыми системами добычи, а менее 10 % знакомы с принципами промышленной автоматизации. В результате

большинство предприятий вынуждены привлекать иностранных специалистов, что увеличивает эксплуатационные издержки и сохраняет технологическую зависимость.

Одним из ключевых вызовов для Ливии остаётся отсутствие единой системы мониторинга и оценки технологического прогресса. В странах ОЭСР и ряде членов ОПЕК такие системы функционируют на основе регулярных индексов инновационной активности, позволяющих государству и компаниям отслеживать эффективность инвестиций в технологии. В Ливии подобная практика отсутствует, а стратегическое планирование ограничивается краткосрочными программами восстановления добычи. Без интеграции системы технологических индикаторов невозможно формировать долгосрочную политику модернизации.

Для формирования адекватной оценки уровня технологического развития Ливии необходимо учитывать не только текущие показатели, но и потенциал развития. По оценкам Deloitte Energy Insights 2024, при условии стабилизации политической ситуации и привлечении иностранных инвестиций объём технологического обновления отрасли может достигнуть 10–12 млрд долл. США в течение ближайших восьми лет. Это позволит модернизировать до 70 % производственных мощностей, увеличить коэффициент извлечения нефти до 40 % и довести уровень цифровизации до 0,6 по шкале DPI.

С позиции международных тенденций, переход к «умным» и устойчивым технологиям (smart and sustainable technologies) становится обязательным условием конкурентоспособности. Ливия, располагая значительными ресурсами и выгодным географическим положением, может использовать технологическое обновление не только как средство повышения добычи, но и как инструмент энергетической диверсификации. Внедрение систем улавливания углерода, утилизации попутного газа, технологий возобновляемой энергетики на

промыслах создаёт основу для участия в глобальных проектах «зелёного» роста и формирования положительного имиджа на международном рынке.

Таким образом, анализ показывает, что уровень технологического развития нефтегазовой отрасли Ливии остаётся низким по сравнению с международными стандартами, однако обладает значительным потенциалом для ускоренного роста. Наиболее критическими направлениями остаются: обновление инфраструктуры, цифровизация, восстановление научно-исследовательской базы и развитие кадрового потенциала. Без системной поддержки государства и притока инвестиций модернизация будет носить фрагментарный характер.

Перспективы технологического возрождения Ливии напрямую зависят от способности правительства и Национальной нефтяной корпорации сформировать долгосрочную стратегию инновационного развития, включающую следующие элементы:

- интеграцию в международные технологические альянсы;
- создание национального фонда поддержки НИОКР в нефтегазовом секторе;
- развитие образовательных программ совместно с зарубежными университетами;
- внедрение системы регулярной оценки технологических индикаторов по стандартам TRL и DPI;
- стимулирование компаний к использованию экологических и энергоэффективных технологий.

Реализация этих направлений позволит Ливии перейти от модели ресурсной зависимости к модели технологической самостоятельности, где нефть и газ станут не только источником дохода, но и основой научно-технического прогресса. Технологическая модернизация нефтегазовой отрасли — это не только экономическая необходимость, но и стратегическая задача, определяющая место Ливии в будущем энергетическом мире.

2.3. Ключевые проблемы внедрения передовых технологий

Проблематика внедрения передовых технологий в нефтегазовой отрасли Ливии представляет собой одну из наиболее сложных и многослойных тем современного экономического и технологического анализа. В условиях, когда мировая нефтегазовая промышленность переживает глубокую трансформацию, основанную на цифровизации, автоматизации и «зеленой» технологической модернизации, ливийская отрасль сталкивается с необходимостью догоняющего развития. Несмотря на наличие крупнейших в Африке запасов нефти и газа, технологическая инфраструктура страны остаётся устаревшей, а институциональные и экономические барьеры существенно ограничивают возможности для инновационного обновления. Внедрение передовых технологий наталкивается на совокупность системных факторов, включающих институциональные, политические, финансовые, кадровые и культурно-организационные ограничения.

Одной из ключевых проблем является нестабильность институциональной среды, которая препятствует формированию долгосрочной стратегии технологического развития. После 2011 года, когда в Ливии произошли радикальные политические изменения и начался период внутренней фрагментации, энергетический сектор оказался под влиянием нескольких центров власти. Национальная нефтяная корпорация (NOC) сохранила формальные полномочия по управлению добычей и распределению ресурсов, однако её деятельность часто ограничивается конфликтами интересов между центральными и региональными структурами. Отсутствие единого регулирующего механизма привело к тому, что решения о внедрении новых технологий принимаются несогласованно, без комплексного планирования и стратегической оценки последствий. В отличие от таких стран, как Саудовская Аравия или Норвегия, где технологическая политика координируется через

специализированные агентства и фонды, в Ливии инновационные проекты реализуются фрагментарно, без единой архитектуры технологической политики.

Вторым серьёзным ограничением выступает отсутствие устойчивого механизма финансирования технологических инноваций. Ливийская экономика крайне зависима от экспортных доходов, при этом структура расходов государственного бюджета остаётся неэффективной: более половины средств направляется на субсидирование топлива, заработные платы и социальные выплаты, в то время как инвестиции в НИОКР и инфраструктуру составляют менее 2 % совокупных бюджетных расходов. В условиях высокой волатильности мировых цен на нефть и частых перебоев с экспортом у государства отсутствует стабильный источник финансирования инновационных программ. Частный сектор, в свою очередь, не проявляет инвестиционной активности, поскольку не имеет доступа к долгосрочным кредитным инструментам и защищённой правовой среде. В результате даже при наличии международных партнёров технологические проекты остаются недофинансированными, а потенциальные эффекты их внедрения не реализуются.

Следующей системной проблемой является недостаток кадрового и образовательного потенциала, способного обеспечить адаптацию и эксплуатацию передовых технологий. Технические университеты Ливии, включая Университет Триполи, Бенгази и Себхи, утратили материальную базу для подготовки инженеров, способных работать с современными автоматизированными системами. По данным Министерства нефти и газа Ливии (2024), средний возраст инженеров в нефтяных компаниях превышает 50 лет, а доля сотрудников, прошедших профессиональную переподготовку за последние пять лет, не превышает 12 %⁴⁶. Отсутствие системы постоянного повышения квалификации и академического сотрудничества с зарубежными вузами

⁴⁶ Cordesman, A. H. The Geopolitics of Libyan Energy: Internal Conflict and Global Markets / A. H. Cordesman. – Washington, DC : CSIS, 2023. – 312 p

ограничивает способность отрасли к восприятию технологических инноваций. В результате даже при наличии современного оборудования или цифровых платформ их использование оказывается низкоэффективным из-за дефицита компетенций.

Кадровая проблема тесно связана с культурно-организационными барьерами, проявляющимися в консерватизме управленческих структур. Национальная нефтяная корпорация и большинство государственных предприятий действуют в рамках традиционной иерархической модели управления, ориентированной на административный контроль, а не на инновации. Такая модель не стимулирует технологические инициативы и препятствует горизонтальному обмену знаниями. Решения принимаются централизованно, а инициатива сотрудников часто не поощряется. Кроме того, в условиях высокой политической неопределённости компании избегают рискованных проектов, отдавая предпочтение краткосрочным операциям, обеспечивающим текущие объёмы добычи.

Серьёзным препятствием для внедрения технологий является также изношенность производственной инфраструктуры. Более 60 % добывающих мощностей эксплуатируется свыше 25 лет, а уровень износа трубопроводов и перекачивающих станций превышает 70 %⁴⁷. В таких условиях даже базовые операции модернизации требуют капитальных инвестиций, прежде чем может идти речь о внедрении цифровых или автоматизированных решений. Например, попытки внедрения систем дистанционного мониторинга (SCADA) на ряде объектов в Сиртском бассейне показали, что без предварительной реконструкции коммуникаций и обновления энергосистем эксплуатация цифрового оборудования невозможна.

⁴⁷ Hafner, M. The Geopolitics of Natural Gas in the Mediterranean / M. Hafner, S. Tagliapietra. – Bologna : Johns Hopkins University, 2021. – 334 p

Не менее значимой проблемой выступает технологическая зависимость от иностранных поставщиков и сервисных компаний. Исторически нефтегазовая промышленность Ливии развивалась под влиянием международных корпораций, и до сих пор большинство сложных операций — сейсморазведка, бурение, капитальный ремонт скважин, методы повышения нефтеотдачи — выполняются с использованием зарубежного оборудования и технологий. В стране отсутствует локальное производство буровых установок, насосов, систем контроля и запорно-регулирующей арматуры. Даже простейшие комплектующие импортируются из Италии, Китая или ОАЭ. Эта зависимость не только увеличивает себестоимость проектов, но и делает технологическое обновление уязвимым к внешнеэкономическим колебаниям и санкционным ограничениям.

Важной составляющей технологических барьеров является ограниченность научно-исследовательской базы и отсутствие национальной инновационной экосистемы. Ливия не располагает полноценными институтами, обеспечивающими трансфер технологий и коммерциализацию разработок. Исследовательские подразделения, существовавшие при NOC, в последние годы выполняют лишь аналитические функции и не ведут прикладных разработок. Государственная поддержка НИОКР носит декларативный характер: отсутствуют целевые грантовые программы, не функционируют венчурные механизмы и технологические инкубаторы. По данным Всемирного банка, доля внутренних расходов на исследования и разработки в ВВП Ливии не превышает 0,05 %, тогда как в среднем по странам ОПЕК этот показатель составляет 0,4 %, а в странах ОЭСР — 2,2 %.

Дополнительной проблемой выступает отсутствие интеграции в международное научно-техническое пространство. Вследствие санкций и политической изоляции Ливия ограничена в доступе к международным технологическим платформам, базам данных и профессиональным ассоциациям. Ливийские специалисты редко участвуют в международных конференциях и

консорциумах, что снижает возможности обмена знаниями и ограничивает доступ к современным стандартам. Даже те немногие проекты, которые реализуются с участием иностранных компаний, часто не сопровождаются программами технологического трансфера — иностранные партнёры выполняют функции подрядчиков, не делясь ноу-хау.

На рисунке 2 представлена структура технологических барьеров нефтегазовой отрасли Ливии⁴⁸.

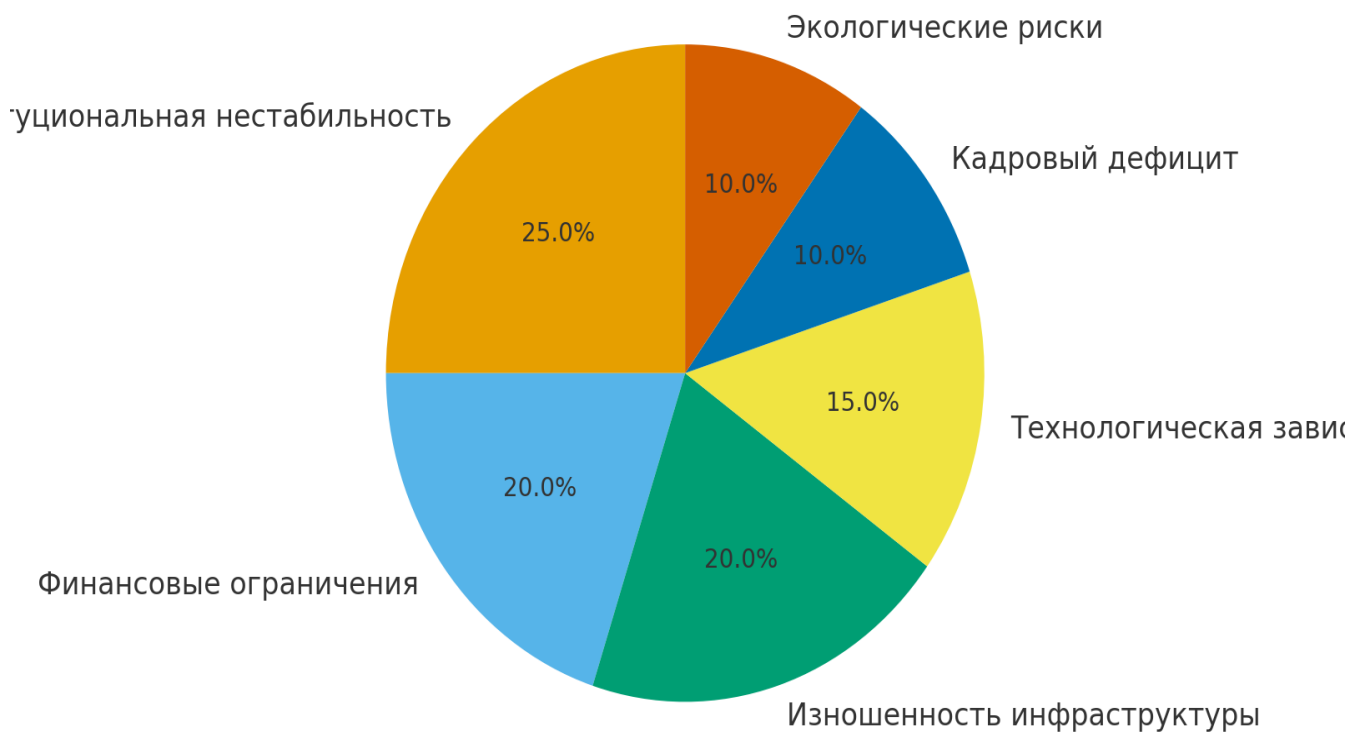


Рис. 2 - Структура технологических барьеров нефтегазовой отрасли Ливии

Наиболее значимыми барьерами являются институциональная нестабильность (25 %) и финансовые ограничения (20 %), что указывает на системную уязвимость отрасли и слабую устойчивость её организационно-экономической структуры. Ещё 20 % приходится на изношенность

⁴⁸ Lacher, W. The Political Economy of the Libyan Oil Sector after 2020 / W. Lacher // Middle East Policy. – 2022. – Vol. 29, No. 2. – P. 89-105

инфраструктуры, отражающую физическое старение производственных мощностей и зависимость от устаревшего оборудования. Технологическая зависимость (15 %) и кадровый дефицит (10 %) показывают ограниченные внутренние возможности для инновационного обновления. Экологические риски и пробелы в регулировании (10 %) усиливают технологическую инерцию и снижают привлекательность отрасли для инвесторов.

К числу критических проблем относится и дефицит нормативно-правовой базы, регулирующей инновационную деятельность в энергетическом секторе. Законодательство о нефти и газе, действующее с 1955 года и частично обновлённое в 2010-х годах, не содержит норм, стимулирующих технологическое обновление. В нём отсутствуют положения о защите интеллектуальной собственности, лицензировании инновационных разработок, налоговых стимулах для компаний, внедряющих новые технологии. Это создаёт правовую неопределённость и не позволяет инвесторам прогнозировать окупаемость вложений.

Экономические риски усугубляются общей непредсказуемостью энергетического рынка. Периодические блокировки нефтяных терминалов и транспортных маршрутов, а также военные конфликты приводят к перебоям в поставках нефти, что делает технологические инвестиции особенно рискованными. Иностранные компании, обладающие современными технологиями, проявляют осторожность, ограничивая своё участие краткосрочными контрактами. Отсутствие гарантий сохранности активов и непредсказуемость политических решений вынуждают их воздерживаться от вложений в долгосрочные инновационные проекты.

Отдельного внимания заслуживает экологический аспект технологического развития. На фоне глобального перехода к низкоуглеродной энергетике Ливия сталкивается с возрастающим давлением со стороны международного сообщества в части необходимости сокращения выбросов и

утилизации попутного газа. Однако реализация экологических технологий осложнена отсутствием стандартов экологического мониторинга и механизмов стимулирования предприятий. По данным ОПЕС, в 2023 году в Ливии было сожжено свыше 4,5 млрд куб. м попутного газа, что эквивалентно выбросам 10 млн тонн CO₂. Без внедрения технологий улавливания углерода (CCUS), систем утилизации попутного газа и энергосберегающих решений страна рискует оказаться исключённой из новых форматов международного энергетического сотрудничества.

Все указанные проблемы взаимосвязаны и формируют замкнутый цикл технологической инерции. Институциональная нестабильность ограничивает инвестиции, дефицит инвестиций препятствует модернизации инфраструктуры, а устаревшая инфраструктура, в свою очередь, делает невозможным эффективное использование передовых технологий. При этом отсутствие кадров и научной базы усиливает зависимость от внешних решений, что снижает национальный контроль над стратегически важным сектором.

Для выхода из этой ситуации необходим комплексный подход, предполагающий не только техническое обновление, но и системное реформирование институциональной, финансовой и кадровой архитектуры отрасли. Международный опыт показывает, что технологическое развитие в нефтегазовом секторе возможно даже при ограниченных ресурсах — при условии политической стабильности, прозрачного регулирования и ориентации на долгосрочные цели. В случае Ливии именно эти элементы представляют собой главный дефицит, а не отсутствие технологий как таковых.

Таким образом, ключевые проблемы внедрения передовых технологий в нефтегазовой отрасли Ливии имеют комплексный характер и коренятся не только в технической отсталости, но и в системных ограничениях социально-экономического и управленческого порядка. Решение этих проблем требует институциональной консолидации, восстановления доверия инвесторов,

развития человеческого капитала и интеграции в международное научно-техническое сообщество. Только преодоление этих барьеров создаст условия для перехода от ресурсной модели к инновационно-ориентированному типу развития, при котором передовые технологии станут не импортируемым элементом, а внутренним инструментом экономического и энергетического возрождения страны.

ГЛАВА 3. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ЛИВИИ

3.1. Приоритетные направления технологической модернизации

Современная нефтегазовая отрасль Ливии находится в состоянии глубокого структурного и технологического противоречия. С одной стороны, страна обладает колоссальными природными ресурсами — крупнейшими в Африке запасами нефти и значительными объёмами природного газа, что формирует объективную основу для экономического роста и интеграции в мировую энергетическую систему. С другой стороны, уровень технологического развития отрасли остаётся крайне низким, а инфраструктура — изношенной и не отвечающей современным стандартам. В этих условиях технологическая модернизация становится не просто направлением развития, но стратегической необходимостью, без которой невозможно восстановление конкурентоспособности национального нефтегазового комплекса и его устойчивое функционирование в долгосрочной перспективе.

Мировые тенденции демонстрируют, что развитие нефтегазовой отрасли всё в большей степени определяется уровнем технологической зрелости и способностью адаптироваться к новым вызовам — цифровизации, энергоэффективности, экологическим требованиям и переходу к низкоуглеродной экономике. Для Ливии эти процессы приобретают особое значение, поскольку именно технологическая трансформация способна стать тем инструментом, который обеспечит стране не только рост добычи, но и повышение добавленной стоимости в рамках всей производственной цепи — от разведки до переработки и экспорта.

Приоритетные направления технологической модернизации Ливии должны формироваться на основе комплексного подхода, который сочетает цели

повышения производительности, рационального использования ресурсов, снижения издержек и экологизации производственных процессов. Одним из ключевых направлений является цифровизация нефтегазовой отрасли. На глобальном уровне цифровые технологии уже стали системообразующим фактором управления добычей, транспортировкой и переработкой углеводородов. Использование искусственного интеллекта, машинного обучения, цифровых двойников месторождений и предиктивной аналитики позволяет существенно повысить эффективность принятия решений, минимизировать аварийные риски и оптимизировать производственные затраты. Для Ливии внедрение цифровых решений представляет собой возможность компенсировать дефицит квалифицированных кадров и управленческих ресурсов, а также повысить прозрачность отраслевых процессов.

Создание цифровых платформ управления добычей и транспортировкой нефти может стать фундаментом для перехода от реактивного к проактивному управлению производственными циклами. Внедрение систем дистанционного мониторинга, автоматизированного контроля состояния оборудования и анализа данных в реальном времени позволит сократить непроизводительные простои, снизить потери нефти при транспортировке и улучшить экологическую безопасность. Практический эффект цифровизации в мировой практике оценивается в рост производительности до 20–25 % и сокращение эксплуатационных расходов на 10–15 %. Для Ливии, где инфраструктура испытывает хронический износ, такие показатели могут стать критически важными для восстановления эффективности отрасли.

Не менее важным направлением технологической модернизации является внедрение методов повышения нефтеотдачи пластов (Enhanced Oil Recovery, EOR). Коэффициент извлечения нефти в Ливии на большинстве месторождений не превышает 28–30 %, что существенно ниже потенциала. Применение технологий закачки углекислого газа, полимерных и химических методов, а

также термических воздействий позволяет увеличить этот показатель до 40–45 %. Опыт таких стран, как Канада, США и Норвегия, показывает, что применение комплексных EOR-программ обеспечивает не только увеличение объёмов добычи, но и продление срока эксплуатации месторождений. Для Ливии внедрение EOR-технологий особенно актуально на зрелых месторождениях Сиртского бассейна, где эксплуатация ведётся с 1960-х годов и где потери нефти в пластах достигают критических значений.

Важным элементом модернизации должна стать энергетическая и экологическая оптимизация производственных процессов. В настоящее время Ливия сжигает более 4 млрд кубометров попутного газа ежегодно, что не только приводит к потере ценного энергетического ресурса, но и вызывает значительные выбросы углекислого газа. Внедрение технологий утилизации попутного газа, производства сжиженного природного газа (СПГ) и строительства газохимических комплексов позволит сократить энергетические потери и создать дополнительную добавленную стоимость внутри страны. Развитие газоперерабатывающих мощностей на базе действующих предприятий в Меллитах и Брге должно стать стратегическим направлением, обеспечивающим энергетическую безопасность и повышение экспортного потенциала.

Следующим приоритетом технологического обновления выступает реконструкция и модернизация инфраструктуры транспортировки и переработки. Нефтепроводы, построенные ещё в 1970-х годах, нуждаются в замене и оснащении современными системами диагностики, предотвращения утечек и автоматического контроля. Мировая практика показывает, что инвестиции в интеллектуальные системы транспортировки окупаются в течение трёх–пяти лет за счёт снижения потерь и повышения безопасности. В Ливии реконструкция трубопроводов и терминалов также должна сопровождаться внедрением систем автоматизированного управления (SCADA) и технологий

беспроводной передачи данных, что позволит создать единую интегрированную сеть управления экспортными потоками.

Особое внимание требует развитие перерабатывающих мощностей. Нефтеперерабатывающая промышленность Ливии работает с коэффициентом загрузки около 50 %, при этом глубина переработки нефти остаётся низкой — на уровне 70 %, что не позволяет стране обеспечивать внутренние потребности в нефтепродуктах. Технологическая модернизация НПЗ с внедрением установок каталитического крекинга, гидроочистки и изомеризации способна значительно повысить выход светлых фракций, улучшить качество топлива и уменьшить зависимость от импорта нефтепродуктов. Для реализации этих проектов целесообразно использовать механизмы международного партнёрства и государственно-частного взаимодействия, что позволит привлечь современные технологии и снизить нагрузку на государственный бюджет.

Одним из перспективных направлений технологического развития становится внедрение концепции «умных месторождений» (Smart Fields). Эта модель предполагает использование комплексных систем сбора, обработки и анализа данных, интеграцию сенсорных сетей, автоматизированного управления и аналитики больших данных. Для Ливии, где значительная часть месторождений удалена от промышленных центров и имеет ограниченный доступ к техническим специалистам, такие решения позволяют осуществлять дистанционное управление производством, оптимизировать расход ресурсов и повысить безопасность персонала. В долгосрочной перспективе развитие «умных» систем может стать фундаментом для создания национальной платформы управления нефтегазовым сектором, обеспечивающей единое информационное пространство между государственными структурами, операторами и партнёрами.

Отдельного внимания заслуживает развитие технологий, направленных на повышение промышленной безопасности и экологической устойчивости. В условиях высокой изношенности оборудования и отсутствия современных

стандартов безопасности уровень аварийных рисков в Ливии остаётся крайне высоким. Внедрение автоматизированных систем предупреждения аварий, интеллектуальных датчиков утечек, роботизированных устройств для обследования трубопроводов и буровых установок позволит снизить вероятность техногенных катастроф и минимизировать ущерб окружающей среде. Современные системы промышленной безопасности способны не только предотвращать аварии, но и сокращать затраты на техническое обслуживание, обеспечивая постоянный контроль состояния оборудования.

Одним из направлений, соответствующих глобальным тенденциям, является развитие технологий улавливания, хранения и утилизации углерода (Carbon Capture, Utilization and Storage — CCUS). Внедрение подобных технологий позволит Ливии не только сократить углеродный след, но и соответствовать международным требованиям по декарбонизации производства. С учётом высокого содержания CO₂ в некоторых газовых месторождениях страны, интеграция CCUS в технологические процессы добычи может стать реальным инструментом повышения экологической эффективности. Более того, реализация таких проектов открывает доступ к международным климатическим финансам и инвестиционным программам устойчивого развития.

Приоритет технологического обновления должен быть направлен и на развитие научно-исследовательской базы. Создание национального центра нефтегазовых технологий при NOC, интегрированного с университетами и частными компаниями, позволит формировать собственные технологические решения, адаптированные к ливийским геологическим и климатическим условиям. Развитие исследовательских лабораторий, программ обмена с ведущими мировыми институтами (в частности, с Норвежским нефтяным институтом, Саудовским центром энергетических инноваций и Французским институтом нефти) создаст предпосылки для формирования национальной школы нефтегазовых технологий.

Неотъемлемой частью модернизации является развитие кадрового потенциала. Современные технологии требуют новых компетенций — в области цифровых систем, геоинформационного моделирования, автоматизации и экологии. В этой связи приоритетом должно стать реформирование системы профессионального образования и создание отраслевых академий, обеспечивающих подготовку специалистов по стандартам международных компаний. Особое значение имеет интеграция молодых инженеров в совместные проекты с иностранными партнёрами, что позволит ускорить передачу знаний и формирование новой инженерной культуры.

В долгосрочной перспективе технологическая модернизация нефтегазовой отрасли Ливии должна рассматриваться как часть широкой стратегии национального развития. Инвестиции в цифровые, экологические и инновационные технологии создают не только экономический, но и социальный эффект, способствуя формированию новых рабочих мест, повышению квалификации персонала и укреплению национальной энергетической безопасности. Применение современных технологических решений позволит Ливии перейти от модели экспортёра сырья к модели производителя высокотехнологичных энергетических продуктов, что станет основой для устойчивого экономического роста и укрепления позиций страны на мировом энергетическом рынке.

Таким образом, приоритетные направления технологической модернизации нефтегазового комплекса Ливии включают цифровизацию, внедрение методов повышения нефтеотдачи, развитие газоперерабатывающих и энергетически эффективных технологий, модернизацию инфраструктуры, экологизацию производственных процессов и формирование национальной инновационной экосистемы. Реализация этих направлений требует комплексного подхода, включающего институциональные реформы, развитие человеческого капитала, создание благоприятного инвестиционного климата и интеграцию в

глобальные технологические альянсы. Только сочетание этих факторов позволит Ливии превратить свой природно-ресурсный потенциал в источник устойчивого технологического и социально-экономического прогресса.

3.2. Механизмы стимулирования технологического развития

Современные тенденции глобального энергетического развития демонстрируют, что технологический прогресс становится главным фактором конкурентоспособности и устойчивости нефтегазового сектора. Для стран с ресурсной экономикой, таких как Ливия, вопрос стимулирования технологического развития выходит за рамки отраслевой модернизации и приобретает стратегическое значение, определяя будущее всей национальной экономики. Внедрение передовых технологий в нефтегазовой сфере Ливии сталкивается с рядом системных барьеров — институциональных, финансовых, организационных и кадровых. Преодоление этих ограничений требует создания эффективных механизмов стимулирования технологического прогресса, способных не только инициировать инновационные процессы, но и закрепить их на уровне устойчивого развития.

Механизмы стимулирования технологического развития представляют собой совокупность инструментов экономического, организационного, правового и институционального характера, направленных на активизацию инновационной деятельности, развитие научно-исследовательского потенциала и привлечение инвестиций в сферу технологических преобразований. Для Ливии, находящейся на этапе восстановления после длительного периода политической нестабильности, такие механизмы должны обеспечивать синергию между государственными структурами, национальными компаниями и международными партнёрами.

В основе системы стимулирования технологического развития нефтегазовой отрасли должна лежать комплексная государственная политика, ориентированная на формирование благоприятной инновационной среды. В международной практике доказано, что технологические сдвиги происходят наиболее успешно там, где государство не только регулирует, но и активно инвестирует в научные исследования, развитие инфраструктуры и кадровый потенциал. Для Ливии первостепенной задачей становится создание национальной стратегии инновационно-технологического развития энергетического комплекса, которая должна определять приоритетные направления, механизмы финансирования и формы государственно-частного партнёрства.

Одним из ключевых инструментов стимулирования технологического развития является экономическое регулирование инновационной активности. Оно предполагает использование налоговых, амортизационных и инвестиционных стимулов, направленных на снижение издержек компаний, внедряющих новые технологии. В мировой практике эффективными зарекомендовали себя налоговые льготы на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), ускоренная амортизация оборудования, используемого для технологического обновления, и преференции для предприятий, применяющих экологически чистые технологии. В ливийских условиях применение таких инструментов может способствовать привлечению иностранных инвестиций и оживлению инновационной активности внутри страны.

Создание специализированных инновационных фондов и технологических банков является важным направлением стимулирования. Эти институты способны аккумулировать финансовые ресурсы для поддержки проектов в области цифровизации, энергоэффективности, утилизации попутного газа и внедрения методов повышения нефтеотдачи. Финансирование таких фондов

может осуществляться за счёт доли экспортных доходов, а также в форме целевых взносов от международных организаций и иностранных партнёров. Опыт Норвегии, Саудовской Аравии и ОАЭ показывает, что создание суверенных технологических фондов позволяет формировать долгосрочную инвестиционную базу для научных исследований и стимулировать взаимодействие между наукой и производством

Особую роль играют механизмы государственно-частного партнёрства (ГЧП), которые позволяют объединять ресурсы государства и частного капитала для реализации технологических проектов. В условиях Ливии, где государственный сектор сохраняет доминирующее положение, ГЧП может стать эффективным инструментом привлечения иностранных инвестиций и трансфера технологий. Для этого необходимо создание нормативно-правовой базы, регулирующей формы сотрудничества, распределение рисков и механизм возврата инвестиций. Совместные проекты в области реконструкции НПЗ, внедрения систем цифрового мониторинга, а также освоения новых месторождений могут стать площадкой для апробации современных технологий при участии международных компаний.

Существенным механизмом технологического стимулирования выступает развитие научно-образовательного и кадрового потенциала. Без квалифицированных специалистов невозможно устойчивое внедрение инноваций. Необходимо создание системы отраслевого образования, включающей инженерные академии, исследовательские центры и корпоративные университеты, действующие при крупных нефтяных компаниях. Эти структуры должны обеспечивать не только подготовку кадров, но и постоянное обновление знаний, ориентированных на использование цифровых и автоматизированных технологий. В перспективе возможно создание национальной программы подготовки специалистов по энергетическим инновациям в партнёрстве с зарубежными университетами.

Одним из направлений стимулирования технологического развития является создание отраслевых научно-исследовательских кластеров, которые объединяют промышленные предприятия, университеты и исследовательские центры. Кластерный подход обеспечивает концентрацию научного потенциала, ускоряет коммерциализацию технологий и снижает издержки на НИОКР. Для Ливии формирование таких кластеров возможно на базе региональных центров — Триполи, Бенгази и Бреги, где сосредоточены основные инфраструктурные объекты и кадровые ресурсы. В этих кластерах могут развиваться направления геоинформационных технологий, автоматизированного бурения, экологического мониторинга и переработки углеводородов.

Международное сотрудничество и трансфер технологий представляют собой важнейший элемент системы стимулирования. Ливия имеет возможность использовать потенциал международных энергетических корпораций, а также программы ОПЕК, Всемирного банка и Программы развития ООН (UNDP), направленные на развитие энергетической инфраструктуры и экологических технологий. В этом контексте целесообразно заключение долгосрочных соглашений с технологическими лидерами — компаниями Schlumberger, Halliburton, Eni, TotalEnergies, BP — для создания совместных исследовательских лабораторий и инжиниринговых центров. Важной задачей государства является обеспечение механизмов защиты интеллектуальной собственности и гарантирование прав инвесторов, что позволит стимулировать передачу технологий на взаимовыгодной основе.

Отдельное значение имеет создание институциональной системы управления инновациями. Для эффективной реализации технологической политики требуется учреждение специализированного государственного органа — Агентства по инновационному развитию нефтегазового сектора. Его функции должны включать координацию научных программ, экспертизу инновационных проектов, мониторинг эффективности внедрённых технологий и формирование

отраслевых стандартов. Такое агентство станет связующим звеном между министерствами, Национальной нефтяной корпорацией и частными компаниями, обеспечивая согласованность действий и прозрачность инновационного процесса.

Не менее значимым механизмом стимулирования является создание благоприятной институциональной и правовой среды. Для этого необходимо обновление законодательства о нефти и газе с включением разделов, регулирующих инновационную деятельность, а также принятие закона о технологических инновациях. Этот нормативный акт должен предусматривать меры поддержки компаний, осуществляющих внедрение новых технологий, в виде налоговых каникул, субсидий на закупку оборудования и преференций при участии в государственных тендерах. Закон должен также закреплять права изобретателей и исследователей, что повысит привлекательность научной карьеры и активизирует внутренние инновационные процессы.

Одним из направлений стимулирования технологического развития является цифровое регулирование — внедрение систем электронной сертификации, мониторинга и анализа инновационных проектов. Создание цифровой платформы «EnergyTech Libya» может обеспечить централизованный учёт всех проектов, отслеживание их эффективности, прозрачность финансовых потоков и доступность данных для инвесторов. Использование технологий блокчейн и искусственного интеллекта позволит повысить достоверность информации, минимизировать коррупционные риски и ускорить принятие управленческих решений.

Важную роль в стимулировании инноваций играет экологическая и энергетическая политика, ориентированная на устойчивое развитие. Переход к технологиям низкоуглеродной энергетики, утилизация попутного газа, развитие возобновляемых источников энергии и внедрение технологий улавливания углерода (CCUS) могут стать частью государственной программы

декарбонизации. Международные организации предоставляют значительные гранты и кредиты на реализацию подобных проектов. Участие Ливии в этих программах позволит не только модернизировать отрасль, но и укрепить её имидж как ответственного партнёра в глобальной энергетической системе.

Важным направлением является информационное и консультационное обеспечение инновационной деятельности. Создание отраслевых баз данных, проведение конференций, выставок, форумов и семинаров, посвящённых технологическому развитию, способствует обмену опытом, популяризации инноваций и вовлечению широкого круга участников. Ливийская нефтегазовая отрасль нуждается в формировании культуры инноваций, где внедрение технологий рассматривается не как вынужденная мера, а как элемент корпоративной стратегии и национального приоритета.

Эффективность всех перечисленных механизмов будет определяться степенью согласованности действий между государством, бизнесом и научным сообществом. Без координации усилий, без формирования единой стратегической платформы технологическое развитие останется фрагментарным и неустойчивым. Поэтому ключевой задачей Ливии становится переход от декларативных мер к практической реализации комплексной политики стимулирования, которая объединяет экономические стимулы, институциональные реформы, образовательные инициативы и международное партнёрство.

Таким образом, механизмы стимулирования технологического развития нефтегазовой отрасли Ливии должны включать сочетание экономических, институциональных и организационных инструментов, обеспечивающих активизацию инновационной деятельности и повышение технологической самостоятельности страны. Государственная поддержка, развитие кадрового потенциала, международное сотрудничество, цифровизация и экологизация производства — эти взаимосвязанные направления способны превратить

технологическое обновление из эпизодического процесса в системную основу модернизации. Реализация данных механизмов станет фундаментом для перехода Ливии от ресурсной зависимости к устойчивому, инновационно-ориентированному типу развития, где передовые технологии станут главным фактором роста, конкурентоспособности и национальной энергетической безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное развитие нефтегазовой отрасли Ливии представляет собой сложный процесс, в котором переплетаются факторы экономического, технологического, институционального и политического характера. Проведённое исследование показало, что внедрение передовых технологий в энергетическом секторе страны является не просто условием повышения производительности и эффективности, но фундаментальной предпосылкой её устойчивого развития, восстановления национальной экономики и укрепления международных позиций Ливии на мировом энергетическом рынке.

Анализ теоретических основ технологического развития в нефтегазовом комплексе позволил установить, что современная технологическая парадигма базируется на интеграции цифровых, автоматизированных и экологически ориентированных решений, обеспечивающих рост производительности при одновременном снижении издержек и негативного воздействия на окружающую среду. Внедрение передовых технологий в нефтегазовом секторе перестало быть исключительно техническим процессом и превратилось в стратегическую категорию, определяющую траекторию экономического и социального прогресса. В условиях Ливии, где природно-ресурсный потенциал является основным национальным активом, технологическая трансформация отрасли становится ключевым инструментом перехода от экспортно-сырьевой модели к инновационно-индустриальной.

Проведённое исследование показало, что нефтегазовый комплекс Ливии, обладая значительными запасами нефти и газа, сталкивается с критическим технологическим отставанием. Более половины производственных мощностей эксплуатируется свыше двадцати пяти лет, уровень автоматизации производственных процессов остаётся низким, а зависимость от импортных технологий препятствует формированию национальной инновационной базы.

Коэффициент извлечения нефти на месторождениях не превышает тридцати процентов, что значительно ниже среднемировых показателей, а значительная часть добытого сырья экспортируется в виде нефти без глубокой переработки. Эти данные свидетельствуют о структурной и технологической стагнации отрасли, что требует системного обновления производственных и управленческих механизмов.

Ключевыми факторами, препятствующими внедрению передовых технологий, являются институциональная фрагментация управления, нестабильность нормативно-правовой среды, ограниченность инвестиций и дефицит кадрового потенциала. Нефтегазовая отрасль Ливии функционирует в условиях неопределённости, когда отсутствие единой технологической политики приводит к фрагментарности инновационных инициатив. Существующие государственные программы носят декларативный характер и не подкреплены устойчивыми механизмами финансирования и контроля. В то же время международный опыт убеждает, что без сильной институциональной координации и стабильного инвестиционного климата технологическое обновление невозможно.

В результате анализа мирового опыта технологического развития нефтегазового сектора установлено, что успешные модели модернизации реализуются на основе комплексного сочетания трёх факторов: стратегического государственного управления, устойчивого финансирования и эффективного взаимодействия науки и промышленности. В Норвегии, Саудовской Аравии, Катаре и Объединённых Арабских Эмиратах государство выступает не только регулятором, но и активным инвестором в инновационные проекты, создавая специализированные агентства и фонды, направленные на стимулирование технологического прогресса. Применение подобных принципов в Ливии позволит выстроить новую модель развития, где передовые технологии станут основным источником конкурентных преимуществ.

Проведённая оценка уровня технологического развития нефтегазовой отрасли Ливии показала, что страна находится на стадии частичного восстановления производственных мощностей и находится в зоне технологической зависимости. Средний уровень технологической готовности по международной шкале TRL оценивается на уровне пяти-шести баллов из девяти возможных, что соответствует стадии опытно-промышленного внедрения, тогда как в ведущих нефтегазовых странах этот показатель достигает восьми-девяти баллов. Низкий уровень цифровизации и автоматизации производственных процессов, слабая инновационная активность и недостаток инвестиций в НИОКР подтверждают необходимость перехода к системной модернизации на основе комплексных программ технологического обновления.

Выявленные проблемы — институциональная инерция, финансовая нестабильность, кадровый дефицит, ограниченность научно-исследовательской базы и технологическая зависимость — формируют взаимосвязанный комплекс барьеров, который не позволяет отрасли реализовать свой потенциал. Для преодоления этих ограничений требуется формирование национальной инновационной экосистемы, объединяющей государственные органы, нефтегазовые компании, научно-образовательные учреждения и частный сектор. Только в рамках единого стратегического контекста возможно создание устойчивой модели технологического развития, ориентированной на долгосрочные приоритеты.

Приоритетными направлениями технологической модернизации должны стать цифровизация добычи и транспортировки нефти и газа, внедрение технологий повышения нефтеотдачи пластов, развитие газопереработки и утилизации попутного газа, экологизация производственных процессов, модернизация инфраструктуры и создание научно-исследовательских центров. Внедрение цифровых двойников, автоматизированных систем контроля, предиктивной аналитики и технологий искусственного интеллекта способно

повысить производительность и обеспечить прозрачность управления отраслью. Переход к энергоэффективным и низкоуглеродным технологиям позволит Ливии соответствовать международным экологическим стандартам и привлечь новые формы инвестиций.

Формирование эффективных механизмов стимулирования технологического развития является неотъемлемым условием успешной реализации этих направлений. Система стимулов должна включать налоговые и амортизационные льготы для инновационно активных компаний, создание специализированных фондов и банков технологического развития, внедрение механизмов государственно-частного партнёрства и развитие инфраструктуры трансфера технологий. Государство должно не только регулировать, но и активно участвовать в инновационных процессах, создавая институциональные гарантии, финансовую поддержку и образовательные предпосылки для технологического роста.

Особое значение имеет развитие человеческого капитала и научно-исследовательского потенциала. Без подготовленных специалистов, способных проектировать, внедрять и обслуживать современные технологии, модернизация останется формальной. Необходима системная реформа инженерного образования, интеграция университетов и производственных компаний, организация программ международного обмена и повышение привлекательности научно-технических профессий. Технологическое развитие должно рассматриваться не как результат внешних инвестиций, а как внутренний процесс воспроизводства знаний, умений и инновационной культуры.

В целом, результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что технологическое развитие нефтегазовой отрасли Ливии находится в фазе потенциального перехода от модели восстановления к модели модернизации. Успех этого перехода зависит от способности государства сформировать эффективную систему управления инновациями, обеспечить прозрачность

инвестиционных процессов, укрепить доверие международных партнёров и создать внутренние механизмы технологического стимулирования. Внедрение передовых технологий должно стать стратегическим приоритетом национальной энергетической политики, а не эпизодическим элементом модернизации.

Технологическая трансформация нефтегазового комплекса Ливии имеет не только экономическое, но и цивилизационное значение. Она способна стать катализатором формирования новой модели развития — экономики знаний, в которой природные ресурсы будут рассматриваться не как конечное благо, а как средство для создания инновационных компетенций и устойчивого прогресса. Реализация этого сценария позволит Ливии укрепить энергетическую безопасность, диверсифицировать источники доходов и занять достойное место в новой глобальной архитектуре энергетики XXI века.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

Правовые источники

1. Ливийский инвестиционный закон № 9 от 2010 г. (с изм. и доп. 2022 г.) «О поощрении иностранных инвестиций» = Libya Investment Law No. 9 of 2010 (as amended in 2022) «On the Promotion of Foreign Investment»
2. Ливийский закон № 10 от 2021 г. «О возобновляемых источниках энергии и их использовании для производства электроэнергии и опреснения воды» = Libya Law No. 10 of 2021 «On Renewable Energies and Their Use for Power Generation and Water Desalination»
3. Бюджет Ливии на 2023-2024 fiscal year: Закон № 1 от 2023 г. = Libya's Budget for the Fiscal Year 2023-2024: Law No. 1 of 2023
4. Постановление Правительства Национального Единства Ливии № 250 от 2022 г. «О создании Управления по цифровой трансформации» = Decree No. 250 of 2022 of the Government of National Unity of Libya «On the Establishment of the Digital Transformation Authority»
5. Энергетическая стратегия Ливии до 2035 года: Утверждена Постановлением Министерства нефти и газа № 115 от 2021 г. = Libya's Energy Strategy 2035: Approved by Decree No. 115 of 2021 of the Ministry of Oil and Gas.
6. Рамочный закон об охране окружающей среды № 15 от 2021 г. = Environmental Protection Framework Law No. 15 of 2021
7. Соглашение о техническом сотрудничестве между Министерством нефти и газа Ливии и итальянской компанией Eni (2022 г.) = Technical Cooperation Agreement between the Libyan Ministry of Oil and Gas and Eni S.p.A. (2022)
8. Меморандум о взаимопонимании между Национальной нефтяной корпорацией Ливии (NOC) и турецкой нефтегазовой компанией ТРАО (2023 г.)

= Memorandum of Understanding between the Libyan National Oil Corporation (NOC) and Turkish Petroleum Corporation (TPAO) (2023)

Официальные документы и материалы международных организаций

9. Доклад об энергетической политике Ливии: Обзор 2021 = International Energy Agency. Libya Energy Policy Review 2021. – Париж : МЭА, 2021. – 145 с

10. Ежегодный статистический бюллетень 2023 = Organization of the Petroleum Exporting Countries. Annual Statistical Bulletin 2023. – Вена : ОПЕК, 2023. – 124 с

11. Ливия: 2023 год. Статья IV консультации – заключительное заявление миссии МВФ = International Monetary Fund. Libya: 2023 Article IV Consultation - Press Release and Staff Report. – Вашингтон : МВФ, 2023. – 98 с

12. Мировой энергетический прогноз 2023 = International Energy Agency. World Energy Outlook 2023. – Париж : МЭА, 2023. – 234 с

13. Обзор нефти, газа и энергетики Ливии 2022 = Arab Petroleum Investments Corporation (APICORP). Libya Oil, Gas and Energy Outlook 2022. – Даммам : APICORP, 2022. – 67 с

14. План устойчивого энергетического развития стран Средиземноморья (2021-2030) = Union for the Mediterranean. Sustainable Energy Development Plan for the Mediterranean (2021-2030). – Барселона : UfM, 2021. – 112 с

15. Структурная реформа нефтегазового сектора Ливии: вызовы и возможности: доклад Всемирного банка № 128934-LY. – Вашингтон : Всемирный банк, 2022. – 156 с

16. BP Statistical Review of World Energy 2023. – London : BP plc, 2023. – 65 p

17. OPEC World Oil Outlook 2045. – Vienna : OPEC, 2023. – 290 p

Научная, специальная и учебная литература

18. Алекперов, В. Ю. Нефтегазовый комплекс мира: вызовы цифровой эпохи / В. Ю. Алекперов. – Москва : Экономика, 2022. – 388 с
19. Божевольный, Ю. В. Энергетическая безопасность и переход к устойчивому развитию / Ю. В. Божевольный. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 276 с
20. Гулиев, И. А. Геополитика энергоресурсов: новые реалии / И. А. Гулиев, А. В. Федоров. – Москва : Международные отношения, 2022. – 412 с
21. Конопляник, А. А. Цифровая трансформация ТЭК: мировой опыт и российские практики / А. А. Конопляник. – Москва : Энергия, 2021. – 334 с
22. Мастепанов, А. М. Глобальные тренды в нефтегазовой отрасли: от добычи к переработке / А. М. Мастепанов. – Москва : Нефть и газ, 2023. – 401 с
23. Мирский, Г. И. Ливия: от Каддафи до наших дней. Политическая нестабильность и экономика / Г. И. Мирский. – Москва : Ин-т Ближнего Востока, 2022. – 295 с
24. Тетельмайер, Ю. С. Технологическое развитие нефтегазового сектора в условиях нестабильности / Ю. С. Тетельмайер. – Санкт-Петербург : Недра, 2021. – 287 с
25. Фейгин, В. И. Мировая нефтегазовая отрасль: вызовы XXI века / В. И. Фейгин. – Москва : ИЭС, 2023. – 455 с
26. Abouyoub, M. The Future of Libya's Oil and Gas Sector: Post-Conflict Reconstruction / M. Abouyoub. – London : Routledge, 2022. – 245 p
27. Al-Muntasir, K. Libya's Energy Sector: Challenges of Modernization and Diversification / K. Al-Muntasir. – Tripoli : Centre for Economic Studies, 2021. – 198 p
28. Cordesman, A. H. The Geopolitics of Libyan Energy: Internal Conflict and Global Markets / A. H. Cordesman. – Washington, DC : CSIS, 2023. – 312 p

29. Eljahmi, M. Economic Diversification in Oil-Dependent States: The Case of Libya / M. Eljahmi. – Oxford : Oxford University Press, 2022. – 289 p
30. Gary, J. H. Petroleum Refining: Technology and Economics / J. H. Gary, G. E. Handwerk. – 6th ed. – Boca Raton : CRC Press, 2022. – 415 p
31. Hafner, M. The Geopolitics of Natural Gas in the Mediterranean / M. Hafner, S. Tagliapietra. – Bologna : Johns Hopkins University, 2021. – 334 p
32. Nakhle, C. Out of the Energy Labyrinth: Redefining Libya's Economic Future / C. Nakhle. – London : I.B. Tauris, 2023. – 275 p
33. Vandewalle, D. A History of Modern Libya / D. Vandewalle. – 3rd ed. – Cambridge : Cambridge University Press, 2023. – 401 p

IV. Статьи из периодических изданий и сборников

34. Абашидзе, Э. Г. Влияние политической нестабильности на нефтегазовый сектор Ливии / Э. Г. Абашидзе // Мировая экономика и международные отношения. – 2023. – Т. 67, № 5. – С. 89–97
35. Борисова, Е. А. Цифровые двойники в нефтегазовой отрасли: перспективы внедрения в странах Северной Африки / Е. А. Борисова // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2022. – № 4. – С. 15–22
36. Григорьев, Л. М. Энергетический переход и стратегии нефтедобывающих стран / Л. М. Григорьев, А. С. Курдин // Вопросы экономики. – 2021. – № 8. – С. 64–83
37. Жуков, А. В. Технологии повышения нефтеотдачи пластов: применение в сложных геополитических условиях / А. В. Жуков // Нефтяное хозяйство. – 2023. – № 5. – С. 44–49
38. Зайцев, Д. А. Влияние санкций и внутренних конфликтов на развитие нефтегазовой инфраструктуры / Д. А. Зайцев // Энергетическая политика. – 2022. – № 3(177). – С. 56–67

39. Иванова, Н. В. Инвестиционный климат в нефтегазовом секторе Ливии: проблемы и возможности / Н. В. Иванова // Нефть, газ и бизнес. – 2021. – № 7. – С. 23–30
40. Карагезова, М. Р. Перспективы использования ВИЭ в энергобалансе нефтедобывающих стран (на примере Ливии) / М. Р. Карагезова // Альтернативная энергетика и экология. – 2023. – № 4. – С. 71–82
41. Коржубаев, А. Г. Энергетический переход и его последствия для стран ОПЕК+ / А. Г. Коржубаев // ЭКО. – 2022. – № 2(560). – С. 103–125
42. Салум, И. А. Правовое регулирование иностранных инвестиций в нефтегазовый сектор Ливии в условиях нестабильности / И. А. Салум // Право и экономика. – 2023. – № 2. – С. 45–53
43. Филиппова, К. С. Анализ конкурентоспособности ливийской нефти на мировом рынке / К. С. Филиппова // Российское предпринимательство. – 2021. – Т. 22, № 4. – С. 799–816
44. Al-Hawaij, M. The Impact of Political Instability on Libya's Oil Production and Revenues / M. Al-Hawaij // Energy Policy. – 2023. – Vol. 172. – P. 113-125
45. Al-Menfi, M. A. Revitalizing Libya's Oil Sector: The Role of Foreign Partnerships and Technology Transfer / M. A. Al-Menfi // The Journal of Energy and Development. – 2022. – Vol. 47, No. 1/2. – P. 45-68
46. Bouslah, K. Technological Modernization in the Libyan Oil Industry: Barriers and Drivers / K. Bouslah // OPEC Energy Review. – 2021. – Vol. 45, No. 3. – P. 345-367
47. Fitzgerald, M. The Role of Digitalization in the Future of North African Oil and Gas / M. Fitzgerald // Energy Reports. – 2023. – Vol. 9. – P. 1234-1247
48. Lacher, W. The Political Economy of the Libyan Oil Sector after 2020 / W. Lacher // Middle East Policy. – 2022. – Vol. 29, No. 2. – P. 89-105

49. Al-Ubaydi, F. Prospects for Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) in Libya's Hydrocarbon Industry / F. Al-Ubaydi, S. Romano // International Journal of Greenhouse Gas Control. – 2023. – Vol. 124. – P. 103-115

50. Al-Zubaidy, S. M. A. Assessing the Feasibility of Integrating Renewable Energy into Libyan Oil and Gas Operations / S. M. A. Al-Zubaidy // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2021. – Vol. 147. – P. 111-125

V. Диссертации, аналитические отчеты и материалы конференций

51. Анализ инвестиционного климата и потенциала технологической модернизации нефтегазовой отрасли Ливии в 2020-2023 гг.: аналитический отчет / под ред. И. В. Маслова. – М. : Ин-т Ближнего Востока, 2023. – 145 с

52. Динамика и структура ливийского нефтегазового экспорта в условиях энергоперехода: препринт № 2022/08 / О. Н. Вербицкая, Е. А. Олейников. – М. : ЦЭМИ РАН, 2022. – 56 с

53. Каримов, Р. Т. Управление инновационными проектами в нефтегазовом секторе Ливии: дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Р. Т. Каримов. – М., 2022. – 218 с

54. Стратегии технологической модернизации ресурсозависимых экономик: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 15–16 окт. 2023 г.) / отв. ред. Н. В. Иванова. – М. : Изд-во РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2023. – 312 с

55. National Oil Corporation (NOC). Libya's Oil and Gas Industry: 5-Year Development and Modernization Plan (2024-2029). – Tripoli : NOC, 2023. – 89 p

56. World Bank Group. Libya Economic Monitor: The Oil Sector as a Driver of Recovery. – Washington, D.C. : World Bank, 2023. – 134 p

57. Final Report: Feasibility Study on the Implementation of Smart Field Technologies in the Sirte Basin. – Tripoli : National Oil Corporation (NOC), 2022. – 167 p

Электронные ресурсы

58. National Oil Corporation (NOC) of Libya [Электронный ресурс]. – Триполи, 2024. – URL: <https://noc.ly/index.php/en/> (дата обращения: 02.10.2025)
59. Libya's Ministry of Oil and Gas [Электронный ресурс]. – Триполи, 2024. – URL: <http://www.energy.gov.ly/> (дата обращения: 03.10.2025)
60. U.S. Energy Information Administration (EIA). Libya Analysis [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.eia.gov/international/analysis/country/LBY> (дата обращения: 07.10.2025)
61. S&P Global Commodity Insights. Libya's Oil Sector: Navigating Politics and Production [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/> (дата обращения: 08.10.2025)
62. Middle East Economic Survey (MEES). Libya [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.mees.com/> (дата обращения: 12.10.2025)
63. Reuters. Libya Energy News [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.reuters.com/business/energy/> (дата обращения: 11.10.2025)
64. The North Africa Post. Libya's Economy and Energy Sector [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://northafricapost.com/> (дата обращения: 13.10.2025)
65. Libya Herald [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://libyaherald.com/> (дата обращения: 17.10.2025)
66. The Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC). Libya Facts and Figures [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/171.htm (дата обращения: 15.10.2025)
67. International Energy Agency (IEA). Libya [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.iea.org/countries/libya> (дата обращения: 16.10.2025)

68. Baker Hughes. International Rig Count [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://rigcount.bakerhughes.com/intl-rig-count> (дата обращения: 17.10.2025)
69. Rystad Energy [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.rystadenergy.com/> (дата обращения: 18.10.2025)
70. Energy Intelligence. Libya's Path to Oil Production Recovery [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.energyintel.com/> (дата обращения: 17.10.2025)