

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ В СФЕРЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Наталья Евгеньевна ЛЕБЕДЕВА

кандидат экономических наук,
доцент департамента отраслевых рынков,
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
Москва, Российская Федерация
ne.lebedeva2021@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4480-1419>
SPIN-код: 8430-8487

История статьи:

Рег. № 650/2024
Получена 17.10.2024
Получена в
доработанном виде
13.11.2024
Одобрена 02.12.2024
Доступна онлайн
15.01.2025

Специальность: 5.2.6

УДК 681.3.06
JEL: O32

Ключевые слова:

технологические
инновации,
модернизация
оборудования,
нефтегазовая
промышленность,
экологическая
устойчивость,
стратегическое
партнерство

Аннотация

Предмет. Технологический прогресс в нефтегазовой отрасли, влияние международных санкций на энергетическую безопасность России.

Цели. Оценка перспектив развития новых методов добычи нефти, анализ мер по обеспечению экологической устойчивости отраслевых предприятий, а также нормативных и экономических ограничений.

Методология. Сравнительный и статистический анализ.

Результаты. Такие процессы, как бурение и гидроразрыв пласта, повышают производительность. Однако санкции оказывают комплексное воздействие на графики разработки проектов и общую конкурентоспособность отрасли. Волатильность рынка, обусловленная изменениями цен на нефть и структуры спроса на нее по всему миру, может значительно усугубить неопределенность.

Выводы. Внедрение цифровых технологий позволяет снизить затраты, повысить безопасность предприятий и уменьшить воздействие на окружающую среду. Диверсификация рынков, снижение зависимости от иностранных технологий и финансирования, развитие альтернативных источников энергии позволят повысить устойчивость отрасли в сложных геополитических условиях.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2024

Для цитирования: Лебедева Н.Е. Управление инновациями в сфере технологий и оборудования для нефтегазового комплекса // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2025. – Т. 21, № 1. – С. 131 – 141.

<https://doi.org/10.24891/ni.21.1.131>

Введение

В настоящей статье рассматривается инновационный ландшафт нефтегазовой отрасли, анализируются сложные требования и препятствия, с которыми сталкивается российский нефтегазовый сектор¹ [1]. Россия – значимый игрок на мировом энергетическом рынке. На фоне геополитической напряженности особое внимание следует уделить влиянию санкций и других внешних факторов, а также выявлению «уникальных сил», определяющих траекторию развития нефтегазовой отрасли² [2, 3].

Совершенствование методов добычи нефти привело к повышению производительности, росту эффективности; возрастает значение такого фактора, как экологическая устойчивость. Стремление к инновационным решениям вызвано необходимостью преодолеть технические трудности и удовлетворить постоянно растущий спрос на энергоресурсы. По мере истощения легкодоступных залежей поиск новых методов добычи нефти становится все активнее, и такие технологии, как гидравлический разрыв пласта, позволили разрабатывать ранее недоступные ресурсы. Вызывая трещины в подземных горных породах путем нагнетания под высоким давлением жидкостных смесей, состоящих из воды, песка и химических веществ, гидроразрыв пласта эффективно увеличил ресурсную базу отрасли³.

Несмотря на неоспоримые преимущества гидроразрыва пласта в плане открытия огромных запасов энергии, опасения по поводу его воздействия на окружающую среду весьма велики (среди возможных последствий – загрязнение воды, рост сейсмической активности). В разных странах проводятся исследования, направленные на совершенствование методов добычи, на смягчение воздействия на окружающую среду и оптимизацию эффективности и производительности. Такие инновации, как наклонно-направленное бурение и роторно-управляемые системы, позволяют операторам перемещаться по подземным ландшафтам с беспрецедентной точностью, сводя к минимуму нарушения поверхности и экологические проблемы. Кроме того, стратегии управления пластом претерпели изменения: такие методы повышения нефтеотдачи (EOR), как закачка углекислого газа и термическое извлечение, способствуют максимальному увеличению добычи при минимальном воздействии на окружающую среду (*рис. 1*).

В будущем траектория развития процессов добычи нефти будет определяться сложным взаимодействием технологических достижений, нормативных требований и динамики рынка. Все чаще возникает необходимость поиска более чистых и эффективных методов добычи. Этот императив распространяется на альтернативные источники энергии (пример – водород), на технологии улавливания и хранения углерода. Цифровизация отрасли революционизирует практику управления резервуарами: так, передовые технологии анализа данных, автоматизации и дистанционного мониторинга используются для оптимизации рабочих процессов и повышения эффективности управления экологическими рисками⁴. Искусственный интеллект и алгоритмы машинного обучения играют все более важную роль в управлении интегрированными системами бурения и добычи, повышая тем самым операционную эффективность и одновременно снижая экологические риски.

¹ The Future of Oil Production in Russia: Life under Sanctions.

URL: <https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/research04-en.pdf>

² Alexeev M.V., Conrad R.F. The Elusive Curse of Oil. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.806224>

³ Ампилов Ю., Токарев М. «Окно возможностей» российского шельфа.
URL: <https://burneft.ru/archive/issues/2017-02/3>

⁴ Топливо-энергетический комплекс: сотрудничество с подрядчиками и поставщиками.
URL: <https://www.oil-gas.ru/rating/rejting-postavschikovpromishlennoy-produktsii-dlya-osvoeniya-neftegazovogo-shelfa-po-itogam-2015-goda/>

Главными проблемами нефтегазовой отрасли являются выбросы парниковых газов, разрушение среды обитания, загрязнение воздуха и воды. Принятие устойчивости в качестве фундаментального требования к бизнесу обусловлено совокупностью факторов, включая требования общества по повышению экологической ответственности, ожидания инвесторов, развитие нормативно-правовой базы⁵. Центральное место в этих изменениях занимают усилия по внедрению экологически чистых технологий на протяжении всего жизненного цикла производства, что предполагает значительные инвестиции в модернизацию оборудования и развитие методов, направленных на минимизацию выбросов и смягчение воздействия на окружающую среду [3–12]. Стратегии варьируются от перехода на более экологически чистое топливо и буровые установки с низким уровнем выбросов до внедрения более эффективных методик добычи и переработки⁶.

Инициативы по улавливанию, утилизации и хранению углерода (CCUS) имеют решающее значение для обеспечения экологической устойчивости. Эти усилия направлены на перехват выбросов углекислого газа, образующихся в результате промышленной деятельности, и извлечение их из атмосферы для хранения или повторного использования. Системы CCUS не только способствуют повышению нефтеотдачи пластов, но и содействуют разработке новых направлений промышленного применения уловленного углерода, одновременно сокращая выбросы парниковых газов (рис. 2).

Поскольку компании стремятся диверсифицировать свои энергетические портфели и снизить зависимость от ископаемого топлива, все большее распространение получает интеграция возобновляемых источников энергии в нефтегазовую деятельность. Кроме того, растет интерес к производству водорода – экологически чистого альтернативного топлива, имеющего широкое промышленное применение⁷.

Руководствуясь такими принципами, как сокращение затрат, снижение рисков и повышение репутации, компании все чаще отдают предпочтение сотрудничеству для разработки и внедрения более экологичных технологий, расширения возможностей по улавливанию углерода и ускорения перехода на возобновляемые источники энергии. Цифровизация (большие данные, искусственный интеллект, интернет вещей) определяют методы ведения бизнеса. Необходимость выполнения сложных операций на обширных и изолированных территориях – особенность российской нефтегазовой отрасли. Использование устаревших систем и ручных процедур создает операционные трудности. Тем не менее предпринимаются попытки внедрить цифровые технологии для того, чтобы повысить производительность и конкурентоспособность.

В нефтегазовой отрасли России активно применяются технологии интернета вещей. Предприятия используют датчики и системы мониторинга для сбора данных в режиме реального времени о производственных показателях, условиях окружающей среды и работе оборудования. Затем эти данные передаются в централизованные системы управления, что позволяет улучшить управление активами, оптимально спланировать производство и провести профилактическое обслуживание.

Инициативы по цифровизации в российском нефтегазовом секторе также в значительной степени зависят от искусственного интеллекта и машинного обучения⁸. С помощью этих технологий предприятия могут изучать огромные объемы данных, чтобы, например, пред-

⁵ Арктика в фокусе современной геополитики.

URL: https://arcticandnorth.ru/Encyclopedia_Arctic/arctic_focus.pdf

⁶ Краснопольский В.Г. Разливы нефти в Арктике. Проблемы и решения // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2019. № 5. С. 104–106.

⁷ Нефтегазовый клондайк Арктики. URL: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2018/12/545/

⁸ Мартынов В.Г., Голунов Н.Н., Макарова Е.Д. Форсайт инноваций. Изменения технологий и инструментов управления инновациями в нефтегазовом комплексе // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2020. № 6. С. 16–26.

видеть поломки оборудования и совершенствовать производственные процессы. Выявляя нарушения и обеспечивая упреждающее вмешательство для предотвращения аварий и инцидентов, алгоритмы на базе искусственного интеллекта могут также повысить уровень безопасности. Изучая данные о прошлой деятельности, компании могут найти области для оптимизации, усовершенствовать процедуры принятия решений. Эта стратегия позволяет повысить производительность, сократить расходы и улучшить общие операционные показатели. Компании «Роснефть» и «Газпром» объявили о крупных инвестициях в цифровые технологии. Правительство Российской Федерации также разрабатывает программы по цифровизации энергетического сектора в рамках более масштабных инициатив по модернизации экономики и повышению конкурентоспособности.

Нефтегазовый сектор России, который характеризуется значительным вкладом в мировой энергетический рынок, в настоящее время развивается в условиях экономических санкций, которые заставили обратить внимание на технологический прогресс и самодостаточность (рис. 3). Потребность российской нефтегазовой отрасли в передовом оборудовании и технологиях растет. Каждый аспект – от добычи и разведки до распределения и переработки – нуждается в новейших технологиях для максимального использования ресурсов, снижения воздействия на окружающую среду и повышения эффективности производства. К основным инновациям, необходимым для развития отрасли, относятся:

- передовые технологии бурения (инструменты для направленного бурения для точного размещения ствола скважины, системы с вращающимся рулевым управлением для улучшения контроля бурения, оборудование для бурения под управляемым давлением (MPD) для более безопасной работы в сложных условиях);
- системы подводной добычи (подводные модули повышения давления и обработки для повышения коэффициента извлечения, подводные компрессионные системы для повышения эффективности разработки месторождений и добычи, конструкции подводных устьев скважин и деревьев нового поколения для повышения надежности и производительности);
- цифровизация и аналитика данных (IoT-датчики и системы мониторинга, предназначенные для оптимизации производительности активов в режиме реального времени, решения по предиктивному обслуживанию на основе искусственного интеллекта для упреждающего управления оборудованием, интегрированные платформы данных для комплексного управления пластом и поддержки принятия решений);
- технологии повышения нефтеотдачи (полимерные системы заводнения для повышения эффективности вытеснения и нефтеотдачи, технологии заводнения с использованием поверхностно-активных веществ для повышения вытеснения пласта и дебита, технологии закачки и секвестрации CO₂ для улавливания углерода и повышения нефтеотдачи);
- производство и переработка сжиженного природного газа (модульные заводы для гибкого и экономически эффективного сжижения, криогенное оборудование для повышения эффективности и надежности, плавучие заводы по добыче и переработке газа на шельфе);
- экологические технологии (установки улавливания паров при переработке нефти и газа, технологии низкоэмиссионного сжигания для сокращения выбросов парниковых газов при сжигании газа в факелах, системы очистки пластовых вод для рационального использования и повторного применения воды);
- инспекция и мониторинг трубопроводов (автономные инспекционные роботы для оценки целостности и обслуживания трубопроводов, датчики коррозионного мониторинга трубопроводов для раннего обнаружения и предотвращения утечек, передовые

технологии нанесения покрытий на трубопроводы для повышения долговечности и коррозионной стойкости);

- интеграция возобновляемых источников энергии (гибридные системы выработки электроэнергии, сочетающие традиционные и возобновляемые источники энергии для удаленной работы, устьевые и насосные системы на солнечных батареях для автономного использования, системы компрессии на основе энергии ветра для снижения углеродного следа газоперерабатывающих предприятий).

Современные материалы и технологии автоматизации преобразуют добычу, позволяя глубже проникать в сложные геологические формации. Существует большой потенциал для улучшения производственных процессов, интеграции искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения. Технологии дистанционного зондирования, включая беспилотные летательные аппараты, повышают операционную устойчивость в труднодоступных и удаленных районах.

Существует множество методов поддержки инноваций и повышения глобальной конкурентоспособности – от создания благоприятной среды для исследований и разработок до законодательного стимулирования внедрения новых технологий. Нефтегазовый сектор в России в значительной степени опирался на стратегические альянсы, что позволяло компаниям ориентироваться в сложной нормативно-правовой базе, получая доступ к передовым технологиям, знаниям и инвестиционному капиталу⁹.

В советское время часто открывались совместные предприятия по разведке и добыче. После распада СССР произошла реструктуризация, в результате которой несколько государственных предприятий перешли в частную собственность. В это время резко увеличился объем иностранных инвестиций, формировались альянсы с международными нефтяными компаниями. Стремясь получить доступ к передовым технологиям, упростить производственные процедуры и повысить эффективность работы, компании все чаще ищут возможности для сотрудничества как с российскими, так и с зарубежными партнерами (примеры – совместное использование технологий, финансирование инфраструктурных проектов. Необходимо сотрудничество с национальными регулирующими органами и отраслевыми группами; создание международных альянсов позволяет снизить геополитические риски и гарантирует доступ на рынок.

Согласно прогнозам, геополитическая динамика, нормативно-правовое регулирование и технологии будут определять характер стратегических альянсов в российском нефтегазовом бизнесе. Компании будут стремиться к сотрудничеству как с местными, так и с зарубежными партнерами, чтобы успешно преодолевать препятствия, возникающие на мировом энергетическом рынке. Российский нефтегазовый сектор может обеспечить себе долгосрочную конкурентоспособность и устойчивый рост за счет таких связей.

Российская нефтегазовая отрасль во многом формируется под влиянием экономических и нормативных ограничений, которые оказывают воздействие на долгосрочные планы, жизнеспособность проектов и инвестиционные решения¹⁰. Компании сталкиваются с трудностями из-за нестабильности рынка и санкций. В России всегда существовала сложная нормативно-правовая база, регулирующая деятельность нефтегазового сектора, что вполне объяснимо: отрасль имеет стратегическое значение для достижения экономических и геополитических целей страны. В советское время отрасль была в значительной степени централизована и подлежала государственному регулированию, а законы были направлены на максимизацию добычи и обеспечение безопасности энергоснабжения страны.

⁹ Евдокимов Г.П., Высоцкая Н.А., Костылев И.И. Освоение арктических месторождений и развитие судоходства по Северному морскому пути // Морской сборник. 2012. № 6. С. 59–64.

¹⁰ Шельфовые проекты более рентабельны, чем проекты на суше.
URL: <https://www.kommersant.ru/doc/2613726>

Однако введение странами Запада санкций против ключевых организаций и отраслей ограничило доступ к рынкам, капиталу и технологиям. Санкции оказывают комплексное воздействие на графики разработки проектов и общую конкурентоспособность. Экономические и регуляторные ограничения также подвержены влиянию геополитических факторов. Волатильность рынка, обусловленная изменениями цен на нефть и структуры спроса на нее по всему миру, может значительно усугубить неопределенность. Диверсификация рынков, снижение зависимости от иностранных технологий и финансирования, развитие альтернативных источников энергии – вот возможные стратегии повышения устойчивости и конкурентоспособности в условиях стремительно меняющегося глобального сценария.

Заключение

Совершенствование методов добычи, меры по обеспечению экологической устойчивости, инициативы по цифровизации и стратегическое партнерство в значительной степени определяют развитие нефтегазовой отрасли в России; такие процессы, как бурение и гидродорзрыв пласта, повышают производительность и позволяют решать экологические проблемы. Разработка стратегий устойчивого развития и внедрение цифровых технологий позволяют снизить затраты, повысить безопасность предприятий и уменьшить воздействие на окружающую среду.

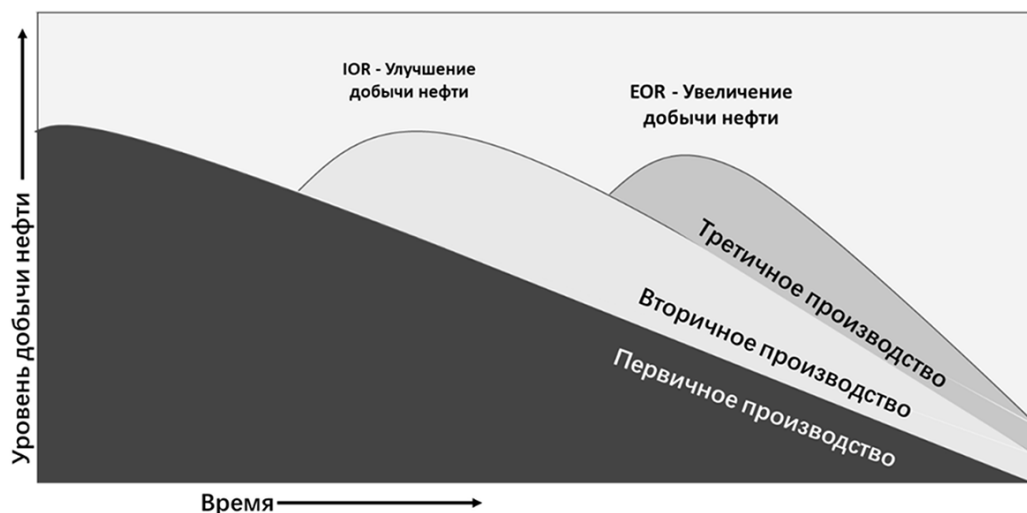
Однако политические и экономические ограничения создают проблемы, что требует адаптации энергетических компаний к изменяющимся условиям. Стратегические альянсы жизненно важны для получения доступа к ресурсам и соблюдения нормативных требований. Комплексный подход, объединяющий технологии, устойчивое развитие, партнерские отношения и нормативно-правовое регулирование, имеет решающее значение для успеха отрасли и увеличения ее вклада в обеспечение глобальной энергетической безопасности.

Рисунок 1

Графическое представление производства нефти

Figure 1

Graphical representation of oil production



Источник: авторская разработка на основе аналитических материалов

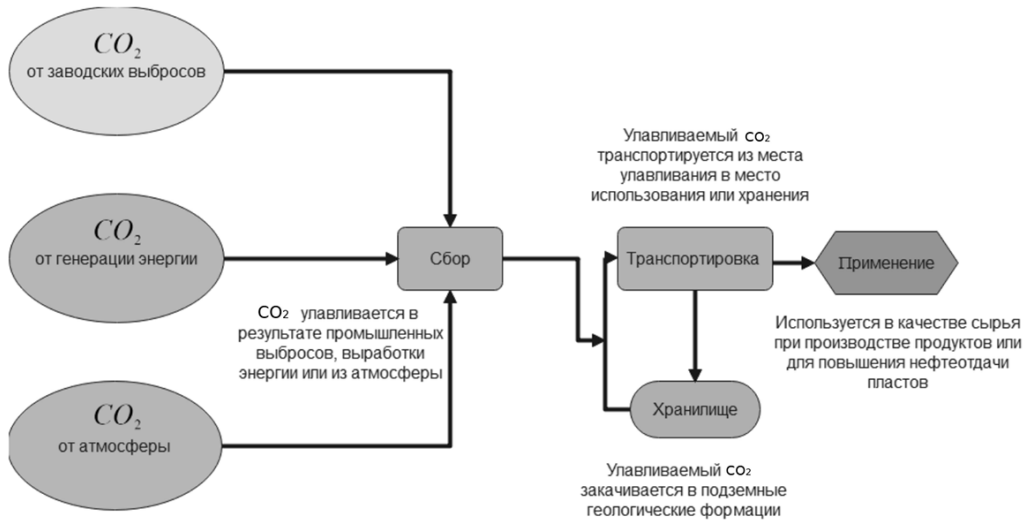
Source: Authoring, based on analytical materials

Рисунок 2

Инициативы по улавливанию, утилизации и хранению углерода

Figure 2

Carbon capture, utilization and storage initiatives



Источник: авторская разработка на основе аналитических материалов

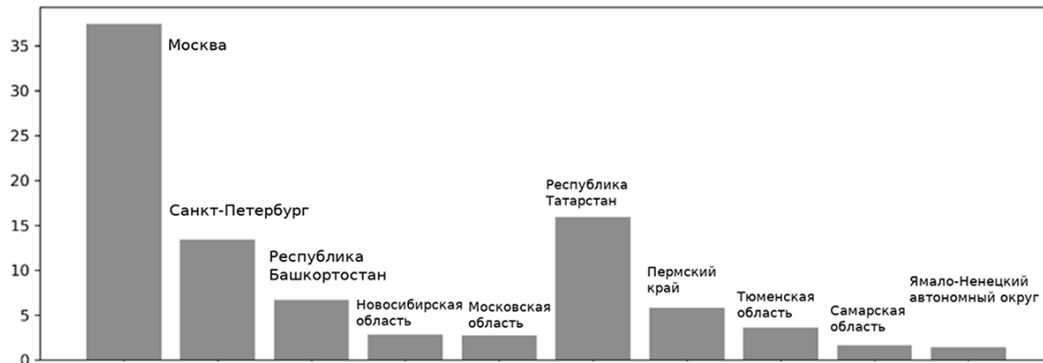
Source: Authoring, based on analytical materials

Рисунок 3

Российская Федерация: доли некоторых регионов в общем количестве изобретений

Figure 3

The Russian Federation: Shares of some regions in the total number of inventions



Источник: авторская разработка на основе аналитических материалов

Source: Authoring, based on analytical materials

Список литературы

1. *Atienza M., Modrego F.* The Spatially Asymmetric Evolution of Mining Services Suppliers During the Expansion and Contraction Phases of the Copper Super-Cycle in Chile. *Resources Policy*, 2019, vol. 61, pp. 77–87. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.01.014>
2. *Aroca P., Atienza M.* Economic Implications of Long Distance Commuting in the Chilean Mining Industry. *Resources Policy*, 2011, vol. 36, iss. 3, pp. 196–203. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2011.03.004>
3. *Bridge G., Wood A.* Geographies of Knowledge, Practices of Globalization: Learning from the Oil Exploration and Production Industry. *Area*, 2005, vol. 37, iss. 2, pp. 199–208. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4762.2005.00622.x>
4. *Carayannis E., Ilinova A., Chanyшева A.* Russian Arctic Offshore Oil and Gas Projects: Methodological Framework for Evaluating Their Prospects. *Journal of the Knowledge Economy*, 2020, vol. 11, iss. 4, pp. 1403–1429. URL: <https://doi.org/10.1007/s13132-019-00602-7>
5. *Никитин Б.А., Дзюбло А.Д.* Перспективы освоения ресурсов газа на шельфе арктических морей России // Научно-технический сборник «Вести газовой науки». 2017. № 4. С. 15–24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-osvoeniya-gazovyh-resursov-shelfa-arkticheskikh-morey-rossii/viewer>
6. *Kryukov V., Tokarev A.* Spatial Trends of Innovation in the Russian Oil and Gas Sector: What Does Patent Activity in Siberia and the Arctic Reflect? *Regional Science Policy & Practice*, 2022, vol. 14, iss. 1, pp. 127–147. URL: <https://doi.org/10.1111/rsp3.12445>
7. *Череповицын А.Е., Краславски А.* Исследование инновационного потенциала нефтегазовой компании на разных стадиях освоения месторождений // Записки Горного института. 2016. Т. 222. С. 892–902. URL: <https://doi.org/10.18454/PMI.2016.6.892>
8. *Adams R., Jeanrenaud S., Bessant J. et al.* Sustainability-oriented Innovation: A Systematic Review. *International Journal of Management Reviews*, 2016, vol. 18, iss. 2, pp. 180–205. URL: <https://doi.org/10.1111/ijmr.12068>
9. *Gorman M.R., Dzombak D.A.* A Review of Sustainable Mining and Resource Management: Transitioning from the Life Cycle of the Mine to the Life Cycle of the Mineral. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, vol. 137, pp. 281–291. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.06.001>
10. *Ucal M., Xydis G.* Multidirectional Relationship between Energy Resources, Climate Changes and Sustainable Development: Techno-economic Analysis. *Sustainable Cities and Society*, 2020, vol. 60. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102210>
11. *Radnejad A.B., Vredenburg H., Woiceshyn J.* Meta-organizing for Open Innovation under Environmental and Social Pressures in the Oil Industry. *Technovation*, 2017, vol. 66–67, pp. 14–27. URL: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.01.002>
12. *Kruk M., Semenov A., Cherepovitsyn A., Nikulina A.* Environmental and Economic Damage from the Development of Oil and Gas Fields in the Arctic Shelf of the Russian Federation.

European Research Studies Journal, 2018, vol. 21, sp. iss. 2, pp. 423–433.

URL: <https://ersj.eu/journal/1269>

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

MANAGING INNOVATIONS IN THE FIELD OF TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR THE OIL AND GAS COMPLEX

Nataliya E. LEBEDEVA

Financial University under Government of Russian Federation,
Moscow, Russian Federation
ne.lebedeva2021@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4480-1419>

Article history:

Article No. 650/2024
Received 17 Oct 2024
Received in revised
form 13 Nov 2024
Accepted 2 Dec 2024
Available online
15 Jan 2025

JEL Classification:

O32

Keywords:

technological
innovation, equipment
modernization, oil and
gas industry,
environmental
sustainability, strategic
partnership

Abstract

Subject. The article deals with technological progress in the oil and gas industry, the impact of international sanctions on Russia's energy security.

Objectives. The study aims to assess development prospects for new methods of oil production, analyze measures to ensure environmental sustainability of industry enterprises, and regulatory and economic restrictions.

Methods. The study rests on comparative and statistical analysis.

Results. Processes like drilling and hydraulic fracturing increase productivity. However, sanctions have an integrated effect on project development schedules and overall competitiveness of the industry. Market volatility caused by changes in oil prices and demand patterns around the world can significantly exacerbate uncertainty.

Conclusions. Digitalization cuts costs, improves plant safety, and reduces environmental impact. Diversification of markets, reduction of dependence on foreign technologies and financing, development of alternative energy sources enable to increase the industry's stability in difficult geopolitical conditions.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2024

Please cite this article as: Lebedeva N.E. Managing innovations in the field of technology and equipment for the oil and gas complex. *National Interests: Priorities and Security*, 2025, vol. 21, iss. 1, pp. 131–141.
<https://doi.org/10.24891/ni.21.1.131>

References

1. Atienza M., Modrego F. The Spatially Asymmetric Evolution of Mining Services Suppliers During the Expansion and Contraction Phases of the Copper Super-Cycle in Chile. *Resources Policy*, 2019, vol. 61, pp. 77–87. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.01.014>
2. Aroca P., Atienza M. Economic Implications of Long Distance Commuting in the Chilean Mining Industry. *Resources Policy*, 2011, vol. 36, iss. 3, pp. 196–203. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2011.03.004>
3. Bridge G., Wood A. Geographies of Knowledge, Practices of Globalization: Learning from the Oil Exploration and Production Industry. *Area*, 2005, vol. 37, iss. 2, pp. 199–208. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4762.2005.00622.x>
4. Carayannis E., Ilinova A., Chanysheva A. Russian Arctic Offshore Oil and Gas Projects: Methodological Framework for Evaluating Their Prospects. *Journal of the Knowledge*

Economy, 2020, vol 11, iss. 4, pp. 1403–1429.

URL: <https://doi.org/10.1007/s13132-019-00602-7>

5. Nikitin B.A., Dzyublo A.D. [Prospects for development of Russian Arctic offshore gas resources]. *Nauchno-tekhnicheskii sbornik Vesti gazovoi nauki*, 2017, no. 4, pp. 15–24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-osvoeniya-gazovyh-resursov-shelfa-arkticheskikh-morey-rossii/viewer> (In Russ.)
6. Kryukov V., Tokarev A. Spatial Trends of Innovation in the Russian Oil and Gas Sector: What Does Patent Activity in Siberia and the Arctic Reflect? *Regional Science Policy & Practice*, 2022, vol. 14, iss. 1, pp. 127–147. URL: <https://doi.org/10.1111/rsp3.12445>
7. Cherepovitsyn A.E., Kraslavski A. [Research into the innovative potential of an oil and gas company at different stages of field development]. *Zapiski Gornogo instituta = Journal of Mining Institute*, 2016, vol. 222, pp. 892–902. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.18454/PMI.2016.6.892>
8. Adams R., Jeanrenaud S., Bessant J. et al. Sustainability-oriented Innovation: A Systematic Review. *International Journal of Management Reviews*, 2016, vol. 18, iss. 2, pp. 180–205. URL: <https://doi.org/10.1111/ijmr.12068>
9. Gorman M.R., Dzombak D.A. A Review of Sustainable Mining and Resource Management: Transitioning from the Life Cycle of the Mine to the Life Cycle of the Mineral. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, vol. 137, pp. 281–291. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.06.001>
10. Ucal M., Xydis G. Multidirectional Relationship between Energy Resources, Climate Changes and Sustainable Development: Techno-economic Analysis. *Sustainable Cities and Society*, 2020, vol. 60. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102210>
11. Radnejad A.B., Vredenburg H., Woiceshyn J. Meta-organizing for Open Innovation under Environmental and Social Pressures in the Oil Industry. *Technovation*, 2017, vol. 66–67, pp. 14–27. URL: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.01.002>
12. Kruk M., Semenov A., Cherepovitsyn A., Nikulina A. Environmental and Economic Damage from the Development of Oil and Gas Fields in the Arctic Shelf of the Russian Federation. *European Research Studies Journal*, 2018, vol. 21, sp. iss. 2, pp. 423–433. URL: <https://ersj.eu/journal/1269>

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.