

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2023.47.22.016

Цифровизация как инструмент управления аварийно-восстановительными работами нефтегазовой отрасли

Зеленин Владислав Алексеевич

Аспирант,
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
125993, Российская Федерация, Москва, Ленинградский пр., 49;
e-mail: vladzelenin@mail.ru

Кириченко Ольга Сергеевна

Кандидат экономических наук, доцент,
доцент Департамента отраслевых рынков,
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
125993, Российская Федерация, Москва, Ленинградский пр., 49;
e-mail: oskirichenko@fa.ru

Аннотация

Цифровизация становится обязательным элементом любого бизнес-процесса нефтегазовой компании. В данной статье авторы рассматривают как именно цифровизация в настоящее время внедрена в нефтегазовой отрасли, в какие виды деятельности. Также авторы уделяют особое внимание процессу аварийно-восстановительных работ в нефтегазовом секторе. Рассматривают способы проведения аварийно-восстановительных работ, а также сложности, возникшие с уходом зарубежных подрядчиков с российского рынка. Новизной данной статьи является обоснование необходимости внедрения комплексного инструмента, позволяющего детально оценить каждый аспект проведения аварийно-восстановительных работ на предприятии нефтегазового комплекса. Учитывая происходящие изменения на политической и экономической арене и уход иностранных компаний из России, назрела острая необходимость в реинжиниринге бизнес-процессов. Этого можно достичь за счет интеграции в производственный процесс новейших цифровых инструментов, которые позволят снизить вероятность отказов оборудования и зависимость от иностранных нефтесервисных компаний. Данный императив особенно актуален в секторах, ответственных за поддержание общей стабильности нефтегазовой отрасли, с особым упором на операции по аварийному восстановлению и ремонту оборудования.

Для цитирования в научных исследованиях

Зеленин В.А., Кириченко О.С. Цифровизация как инструмент управления аварийно-восстановительными работами нефтегазовой отрасли // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 11А. С. 150-158. DOI: 10.34670/AR.2023.47.22.016

Ключевые слова

Цифровизация, аварийно-восстановительные работы, нефтегазовая отрасль, аутсорсинг, ТЭК, сервисные компании, цифровая трансформация, инструмент.

Введение

Мировой спрос на нефть к концу 2023 года прогнозируется на уровне 102 млн баррелей в сутки, согласно прогнозам Международного энергетического агентства. К 2026 году, ожидаемое увеличение спроса составит 104 млн баррелей в сутки [Oil Market Report, www]. Постоянно растущая потребность в углеводородах требует разведки трудноизвлекаемых запасов, а также совершенствования и оптимизации существующих технологий добычи. Этот прогресс недостижим без интеграции цифровых технологий.

В настоящее время крупные мировые нефтегазовые корпорации сосредотачивают свои планы роста на приоритете цифровой трансформации. Сектор интегрирует технологические процессы, признавая, что цифровая трансформация является важным конкурентным преимуществом. Это способствует повышению рентабельности предприятий нефтегазовой отрасли и увеличению их рыночной устойчивости [Юрак, Полянская, Малышев, 2023].

Основная часть

Исследования показывают следующие преимущества цифровой трансформации в нефтеперерабатывающем секторе:

- Снижение эксплуатационных расходов на 12–20 %;
- Сокращение внеплановых остановов на 15–25 %;
- Повышение эффективности нефтеперерабатывающих заводов на 8–12 %;
- Улучшение состояния здоровья, безопасности, защищенности и в целом окружающей среды на рабочем месте;
- Повышение эффективности рабочей силы [Bajaj, Wolfe, Vaz, www].

С началом повсеместной цифровизации нефтегазовый комплекс значительно расширил спектр своих цифровых возможностей, существенно развиваясь с каждым годом. Интеграция искусственного интеллекта, машинного обучения, анализа данных, облачных вычислений и автоматизации процессов сыграла важную роль в ускорении цифровой трансформации в нефтегазовом секторе.

Цифровую трансформацию топливно-энергетического комплекса можно разделить на следующие этапы:

- 1) Автоматизация – внедрение в производственный процесс систем телеметрии и телемеханики.
- 2) Внедрение цифрового двойника с целью прогнозирования различных вариантов производства.
- 3) Автоматическое управление производством в режиме реального времени [Zhao Xianzheng et al., 2021; Sorokin et al., 2021].

Цифровые технологии могут использоваться в разных целях:

- управление финансами и персоналом;
- контроль и оптимизация бизнес-процессов;
- повышение производительности труда;
- контроль безопасности производства и пр [LaGrange, 2019].

Тем не менее, как отмечается в исследовании, проведенном MIT Sloan Management Review

и Deloitte [Fernandez-Vidal et al., 2022], нефтегазовый сектор в настоящее время отстает, занимая 14-е место среди 18 секторов с точки зрения цифровой зрелости. Это ставит его значительно ниже таких секторов, как телекоммуникации, средства массовой информации или розничная торговля. Этот разрыв представляет собой многообещающую возможность для продвижения и роста.

Значимость цифровизации и ее преобразующее воздействие на нефтегазовую отрасль подчеркивают различные факторы. К ним относятся глобальная динамика добычи углеводородов, ситуация, связанная с изменением цен на них, а также санкционная политика в отношении Российской Федерации и ее союзников. Необходимость повышения нефтеотдачи в условиях истощения разрабатываемых месторождений и активное развитие арктической добычи подчеркивает актуальность и потенциал цифровизации [Майоров, 2020; Ставка на цифру..., www].

Несмотря на весомые успехи в цифровизации крупнейших российских нефтегазовых компаний, наблюдаются нерешенные проблемы, препятствующие повсеместной трансформации отрасли и созданию цифровых платформ. Самым значительным препятствием является зависимость отрасли от иностранных технологий, оборудования, программного обеспечения инвестиций и специалистов. Данная проблема еще сильнее проявила себя в связи с санкциями и другими ограничениями. Сюда же можно отнести и низкий уровень импортозамещения. Кроме того, компании не особо активно стремятся к технологическому развитию в связи с долгосрочностью инвестиций по направлению «интеллектуальные технологии», так как в последние 20 лет парадигма ведения бизнеса заключалась в том, что «проще купить готовое решение, чем развивать свое» [Hussain et al., 2019]. Также существует и сложность в перестройке существующих бизнес-процессов, которые формировались десятилетиями [Wanasinghe et al., 2020].

Если говорить конкретно об арктических шельфовых проектах, которые становятся все более актуальными в связи с увеличением количества трудноизвлекаемых запасов нефти и газа на традиционных месторождениях, то они практически не осваиваются после выхода из совместных проектов американских компаний ExxonMobil и британской BP, владеющих необходимыми технологиями. Компания Shell также остановила свою деятельность. Компания Total передала долю в месторождениях бажендовской свиты «Лукойлу», долю в «Штокмане» – «Газпрому» [Ларченко, Воробьева, 2020]. Уход зарубежных партнеров из совместных проектов, не только арктических, в принципе является достаточно острой проблемой как с точки зрения технологического процесса, так и с точки зрения наполнения бюджета [Бойко, 2022].

Острой проблемой отрасли также является нехватка квалифицированных кадров [Мартынов и др., 2021; Мартынов, Кошелев, Душин, 2021], особенно актуальная в связи с «утечкой мозгов» из России.

Другая проблема связана с отсутствием институциональной поддержки и правовых норм для стабильной работы цифровых платформ, которые охватывают не только платформу управляющей компании, но и ряд дочерних организаций. Эта проблема возникает, прежде всего, из-за отсутствия четко определенной правовой базы для «цифровых платформ», которые во многих странах определяются по-разному [Алтухов, Гостилович, Кашкин, 2021].

В связи с вышеперечисленными проблемами темп развития цифровых технологий в российском ТЭК значительно ниже, чем у западных стран. В работе В.В. Юрака, И.Г. Полянской и А.Н. Малышева был проведен анализ оценки уровня цифровизации нефтегазовой отрасли РФ

на примере основных отечественных компаний (ПАО «Газпром», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Татнефть», ПАО «Лукойл») за период с 2008 по 2020 гг., в ходе которого выяснилось, что средний уровень их цифровизации не достигает до минимального значения, характеризующий положительность динамики, составляющий 5% и полученный в ходе мультипликативного расчета, основанного на данных о нематериальных активах, рыночной стоимости компаний, затратах на НИОКР и чистой прибыли. Средняя оценка по анализируемым компаниям составила 4,02% (минимальная – 2,28%, максимальная – 5,51%) [Юрак, Полянская, Малышев, 2023].

Однако, несмотря на выводы, сделанные авторами, можно точно констатировать, что цифровизация просочилась во все слои деятельности нефтегазовых компаний, от геологоразведки до бухгалтерского учета. И, несмотря на проблемы как внешнего, так и внутреннего характера, цифровизация нефтегазового комплекса России продолжается, хоть и не так ускоренными темпами, как хотелось бы.

В то же время, несмотря на все технические достижения, по-прежнему проблематично полностью цифровизировать как минимум одну область деятельности компаний – выполнение задач по аварийному восстановлению оборудования нефтегазовых компаний.

Появление технологий, позволяющих проводить автоматизированный сбор, анализ и определять оптимальные стратегии решения проблем в достаточной мере упростили процессы мониторинга состояния оборудования добычи и транспорта углеводородов и прилегающих территорий, так называемых «зон безопасности», но технологический прогресс еще не достиг того уровня развития, чтобы полностью устранить человеческий фактор. Данный аспект остается ключевым при проведении аварийно-восстановительных работ.

В настоящее время в Российской Федерации восстановление и модернизация производственного оборудования стали первостепенными задачами продления его жизненного цикла [Гончаров, Тулинов, Тюменев, 2020], особенно в условиях разрыва связей зарубежных производителей оборудования с российскими добывающими и сервисными компаниями.

С целью митигации рисков компании прибегают к услугам сторонних организаций, выполняющих необходимые им работы. Речь идет о механизме аутсорсинга, который означает передачу непрофильной деятельности в ведение сторонней организации (подрядной организации).

Эффективность аутсорсинга можно объяснить более высокой квалификацией задействованного персонала. В условиях жестких ограничений, вызванных пандемией COVID-19, фирмы, предоставляющие такого рода услуги понесли серьезные убытки в связи с сокращением объемов заказов. С целью сокращения расходов многие компании инициировали сокращение штатной численности, сократив даже самых опытных и квалифицированных сотрудников, которых часто называют «золотые кадры». Как результат – снижение уровня качества предоставляемых услуг [Зеленин, 2021].

В сложившихся нестабильных условиях необходимо оценить целесообразность применения аутсорсинга или проводить работы собственными силами. Последний вариант имеет преимущество в виде эффекта «кривой опыта». Данный эффект обуславливается тем, что при отсутствии инвестиций в основной капитал и сохранении кадрового состава, который с течением времени накапливает опыт и с каждым новым производственным циклом выполняет свою работу эффективнее, снижая вероятность возникновения ошибок, снижаются производственные издержки [Зеленин, Кириченко, 2023]. Данный эффект так же был частично подтвержден А.А. Афанасьевым на примере газодобывающих дочерних предприятиях ПАО

«Газпром». Основным выводом его исследования являлось то, что при нейтральном техническом прогрессе и сохранении неизменными затрат на труд и капитал, удалось сохранить тенденция к росту и снизить удельную себестоимость добываемого газа, что в свою очередь привело к росту чистой прибыли компаний [Henderson, 1973].

В основном, в процессе выбора способа проведения подобного типа работ смотрят на стоимость услуг и итоговый экономический эффект в общем разрезе, не уделяя внимание деталям. Однако, когда нет четкого понимания, сколько средств будет выделено на проведение работ, подрядные организации могут просто отказаться от конкурса.

В связи с вышеперечисленным, в целях минимизации временных и финансовых потерь, необходимо внедрение цифровых технологий в бизнес-процесс проведения оценки способов проведения аварийно-восстановительных работ.

Цифровизация процессов технического обслуживания и технического ремонта (ТОиТР) стала глобальным трендом. Информационные технологии для управления ТОиТР помогают значительно повысить операционную эффективность деятельности предприятия и увеличить производительность. Как уже упоминалось ранее, на предприятиях уже существуют системы предиктивной аналитики на базе big data. Например, в ПАО «Газпром» разрабатывается система сбора и аналитики данных по работе Единой системы газоснабжения. На основании собираемых данных будет проводиться оценка рисков и ранжирование потребности в ремонте с помощью современных цифровых инструментов и информационных моделей, что позволит выбирать наиболее оптимальные стратегии проведения технического обслуживания и ремонта оборудования [Афанасьев, 2018].

В случае с выбором способа проведения аварийно-восстановительных работ, технологии big data не совсем релевантны. На данном этапе необходимо применение инструментов внутрифирменного и стратегического планирования бизнес-процесса, которые позволят провести его декомпозицию и детальный анализ слабых сторон, учитывая специфику организации, а также структурирование процессов, которые должны протекать внутри него. В данном случае речь идет о цифровизации бизнес-процесса по экономическим и управленческим критериям посредством внедрения комплексного инструмента, позволяющего детально оценить каждый аспект проведения аварийно-восстановительных работ на предприятии нефтегазового комплекса.

Исследование путей оптимизации бизнес-процесса ремонтов весьма актуально в настоящее время. Например, в своей работе С.В. Пахомов предлагает многокритериальную модель оценки результативности ремонтного сервиса в газовой промышленности РФ.

На основании проведенного анализа, в своей работе С.В. Пахомов предлагает создать базу показателей ТОиР, включающую в себя показатели, характеризующие количественно-качественные оценки организации работ по ТОиР технологического оборудования на соответствие требованиям и нормам, чтобы аккумулировать совокупность данных, характеризующих фактическое состояние технологического оборудования, основные технические характеристики, нормативные и фактические данные ТОиР.

Авторами рассматривается существующий бизнес-процесс в разрезе выбора оптимальной стратегии проведения ремонта, основанной на определении объекта, которому он наиболее необходим. Но не рассматривается специфика деятельности организации и не проводится декомпозиция по видам работ.

Представляется необходимым разработка инструмента, который позволит определять не

только наиболее уязвимые объекты, требующие ремонта, но и в целом на верхнем уровне изменить бизнес-процесс первоначального выбора способа проведения ремонтных работ.

Заключение

Учитывая происходящие изменения на политической и экономической арене и уход иностранных компаний из России, назрела острая необходимость в реинжиниринге бизнес-процессов. Этого можно достичь за счет интеграции в производственный процесс новейших цифровых инструментов, которые позволят снизить вероятность отказов оборудования и зависимость от иностранных нефтесервисных компаний. Данный императив особенно актуален в секторах, ответственных за поддержание общей стабильности нефтегазовой отрасли, с особым упором на операции по аварийному восстановлению и ремонту оборудования.

Библиография

1. Алтухов А.В., Гостилов А.О., Кашкин С.Ю. Юридические аспекты цифровых платформ экономики совместного потребления // Экономика и Менеджмент. 2021. 27 (2). С. 102-110.
2. Афанасьев А.А. Эконометрический анализ эффективности добычи газа «Газпрома» в 1993-2016 гг. // Oil&Gas Journal Russia. 2018. №1-2 (123). С. 74-80.
3. Бойко А. Путин запретил сделки с долями иностранцев в компаниях в сфере ТЭК и банках. 2022. URL: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2022/08/05/934792-putin-zapretil-sdelki>
4. «Газпром» разработал прототип цифровой платформы для управления процессами диагностики, обслуживания и ремонта оборудования. 2022. URL: <https://ugs.gazprom.ru/press/news/2022/10/355/>
5. Гончаров А.Б., Тулинов А.Б., Тюменев Ю.Я. Техническое обслуживание и ремонт на принципах аутсорсинга // Золото и технологии. 2020. № 1. URL: https://zolteh.ru/technology_equipment/tekhnicheskoe_obslyuzhivanie_i_remont_oborudovaniya_zolotodobyvayushchego_predpriyatiya_na_printsipakh/
6. Зеленин В.А. Проблемы проведения ремонтных работ на объектах нефтегазового сектора в эпоху цифровой экономики // Концепции и модели интенсификации предпринимательской деятельности: мировые, национальные и региональные тренды. М.: Дашков и К, 2021. С. 175-181.
7. Зеленин В.А., Кириченко О.С. Особенности аутсорсинга при проведении ремонтных работ оборудования компаний газовой отрасли // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8. № 7. URL: <https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-7-2023-27/>
8. Ларченко Л.В., Воробьева Л.Г. Нефтегазовый комплекс России: сценарий развития // Инновации. 2020. № 7 (261). С. 12-18.
9. Майоров М. Цифровые технологии в добыче нефти и газа в Арктике. 2020. URL: <https://goarctic.ru/news/tsifrovye-tekhnologii-v-dobyche-nefti-i-gaza-v-arktike/>
10. Мартынов В.Г. и др. Нефтегазовое образование в России: вчера, сегодня, завтра // Высшее образование в России. 2021. 30 (8-9). Р. 144-157.
11. Мартынов В.Г., Кошелев В.Н., Душин А.В. Современный вызов для нефтегазового образования // Высшее образование в России. 2021. 29 (12). С. 9-20.
12. Пахомов С.В. Совершенствование бизнес-процесса ремонта технологического оборудования в газовой промышленности на основе системы показателей оценки результативности: дис. ... канд. экон. наук. М., 2022. 153 с.
13. Ставка на цифру: как новые технологии помогут Арктике. URL: <https://arctic-russia.ru/article/stavka-na-tsifru-kak-novye-tekhnologii-pomogut-arktike/>
14. Юрак В.В., Полянская И.Г., Малышев А.Н. Оценка уровня цифровизации и цифровой трансформации нефтегазовой отрасли РФ // Горные науки и технологии. 2023. № 8 (1). С. 87-110.
15. Bajaj S., Wolfe T., Vaz L. Digital Transformation in Oil and Gas. URL: <https://www.birlasoft.com/articles/digital-transformation-in-oil-and-gas-industry>
16. Fernandez-Vidal J. et al. Digitalization and corporate transformation: The case of European oil & gas firms // Technological Forecasting and Social Change. 2022. V. 174. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162521007277?via%3Dihub>
17. Henderson B. The Experience Curve Reviewed // Boston Consulting Group. 1973. № 135. URL: <https://www.bcg.com/publications/1973/corporate-finance-strategy-portfolio-management-experience-curve->

- reviewed-part-ii-the-history
18. Hussain R.F. et al. Federated Edge Computing for Disaster Management in Remote Smart Oil Fields // IEEE 21st International Conference on High Performance Computing and Communications. 2019. P. 929-936.
 19. LaGrange E. Developing a Digital Twin: The Roadmap for Oil and Gas Optimization // SPE Offshore Europe Conference and Exhibition. 2019. SPE-195790-MS.
 20. Lai Wenhua et al. Digital Twin and Big Data Technologies Benefit Oilfield Management // ADIPEC. 2022.
 21. Oil Market Report – April 2023. URL: <https://www.iea.org/reports/oil-market-report-april-2023>
 22. Sarsekov A. et al. First Ever Deployment of Production System Optimization Tool in Giant Carbonate Offshore Field in UAE – Laying the Foundation for Digital Oil Field // International Petroleum Technology Conference. Riyadh, 2022.
 23. Sorokin V.S et al. Production optimiser pilot for the large artificially-lifted and mature samotlor oil field // Society of Petroleum Engineers – SPE Russian Petroleum Technology Conference. 2021. SPE-206517-MS.
 24. Wanasinghe T.R. et al. Digital Twin for the Oil and Gas Industry: Overview, Research Trends, Opportunities, and Challenges // IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 104175-104197.
 25. Zhao Xianzheng et al. Research and Contemplation on How to Build Old Oilfields into Digital Intelligent Ones – Take Dagang Oilfield for Example // Oil Forum. 2021. 40 (5). P. 1-8.

Digitalization as a tool for managing emergency recovery operations in the oil and gas industry

Vladislav A. Zelenin

Postgraduate,
Financial University under the Government of the Russian Federation,
125993, 49, Leningradskii ave., Moscow, Russian Federation;
e-mail: vladzelenin@mail.ru

Ol'ga S. Kirichenko

PhD in Economics, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Industrial Markets,
Financial University under the Government of the Russian Federation,
125993, 49, Leningradskii ave., Moscow, Russian Federation;
e-mail: oskirichenko@fa.ru

Abstract

Digitalization is becoming a mandatory element of any business process of an oil and gas company. In this article, the authors consider exactly how digitalization is currently implemented in the oil and gas industry, in which types of activities. The authors also pay special attention to the process of emergency recovery work in the oil and gas sector. They are considering ways to carry out emergency recovery work, as well as difficulties that have arisen with the departure of foreign contractors from the Russian market. The novelty of this article is the justification of the need for the introduction of a comprehensive tool that allows for a detailed assessment of every aspect of emergency recovery work at an oil and gas complex enterprise. Considering the ongoing changes in the political and economic arena and the departure of foreign companies from Russia, there is an urgent need for business process reengineering. This can be achieved by integrating the latest digital tools into the production process, which will reduce the likelihood of equipment failures and dependence on foreign oil service companies. This imperative is particularly relevant in sectors

responsible for maintaining the overall stability of the oil and gas industry, with particular emphasis on disaster recovery and equipment repair operations.

For citation

Zelenin V.A., Kirichenko O.S. (2023) Tsifrovizatsiya kak instrument upravleniya avariino-vosstanovitel'nymi rabotami neftegazovoi otrasli [Digitalization as a tool for managing emergency recovery operations in the oil and gas industry]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 13 (11A), pp. 150-158. DOI: 10.34670/AR.2023.47.22.016

Keywords

Digitalization, emergency recovery, oil and gas industry, outsourcing, fuel and energy complex, service companies, digital transformation, tool.

References

1. Afanas'ev A.A. (2018) Ekonometricheskii analiz effektivnosti dobychi gaza «Gazproma» v 1993-2016 gg. [Econometric analysis of the efficiency of Gazprom's gas production in 1993-2016]. *Oil & Gas Journal Russia*, 1-2 (123), pp. 74-80.
2. Altukhov A.V., Gostilovich A.O., Kashkin S.Yu. (2021) Yuridicheskie aspekty tsifrovyykh platform ekonomiki sovmestnogo potrebleniya [Legal aspects of digital platforms of the sharing economy]. *Ekonomika i Menedzhment* [Economics and Management], 27 (2), pp. 102-110.
3. Bajaj S., Wolfe T., Vaz L. *Digital Transformation in Oil and Gas*. Available at: <https://www.birlasoft.com/articles/digital-transformation-in-oil-and-gas-industry> [Accessed 12/12/2023]
4. Boiko A. (2022) *Putin zapretil sdelki s dolyami inostrantsev v kompaniyakh v sfere TEK i bankakh* [Putin banned transactions with foreigners' shares in companies in the fuel and energy sector and banks]. Available at: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2022/08/05/934792-putin-zapretil-sdelki> [Accessed 12/12/2023]
5. Fernandez-Vidal J. et al. (2022) Digitalization and corporate transformation: The case of European oil & gas firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 174. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162521007277?via%3Dihub> [Accessed 12/12/2023]
6. (2022) «Gazprom» razrabotal prototip tsifrovoi platformy dlya upravleniya protsessami diagnostiki, obsluzhivaniya i remonta oborudovaniya [Gazprom has developed a prototype of a digital platform for managing the processes of diagnostics, maintenance and repair of equipment]. Available at: <https://ugs.gazprom.ru/press/news/2022/10/355/> [Accessed 12/12/2023]
7. Goncharov A.B., Tulinov A.B., Tyumenev Yu.Ya. (2020) Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont na printsipakh autsorsinga [Maintenance and repair based on outsourcing principles]. *Zoloto i tekhnologii* [Gold and Technologies], 1. Available at: https://zolteh.ru/technology_equipment/tekhnicheskoe_obs_luzhivanie_i_remont_oborudovaniya_zolotodobyvayushchego_predpriyatiya_na_printsipakh/ [Accessed 12/12/2023]
8. Henderson B. (1973) The Experience Curve Reviewed. *Boston Consulting Group*, 135. Available at: <https://www.bcg.com/publications/1973/corporate-finance-strategy-portfolio-management-experience-curve-reviewed-part-ii-the-history> [Accessed 12/12/2023]
9. Hussain R.F. et al. (2019) Federated Edge Computing for Disaster Management in Remote Smart Oil Fields. In: *IEEE 21st International Conference on High Performance Computing and Communications*.
10. LaGrange E. (2019) Developing a Digital Twin: The Roadmap for Oil and Gas Optimization. In: *SPE Offshore Europe Conference and Exhibition*.
11. Lai Wenhua et al. (2022) Digital Twin and Big Data Technologies Benefit Oilfield Management. In: *ADIPEC*.
12. Larchenko L.V., Vorob'eva L.G. (2020) Neftegazovyi kompleks Rossii: stsennari razvitiya [Oil and gas complex of Russia: development scenario]. *Innovatsii* [Innovations], 7 (261), pp. 12-18.
13. Maiorov M. (2020) *Tsifrovye tekhnologii v dobyche nefti i gaza v Arktike* [Digital technologies in oil and gas production in the Arctic]. Available at: <https://goarctic.ru/news/tsifrovye-tekhnologii-v-dobyche-nefti-i-gaza-v-arktike/> [Accessed 12/12/2023]
14. Martynov V.G. et al. (2021) Neftegazovoe obrazovanie v Rossii: vchera, segodnya, zavtra [Oil and gas education in Russia: yesterday, today, tomorrow]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher education in Russia], 30 (8-9), pp. 144-157.
15. Martynov V.G., Koshelev V.N., Dushin A.V. (2021) Sovremenniy vyzov dlya neftegazovogo obrazovaniya [Modern challenge for oil and gas education]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher education in Russia], 29 (12), pp. 9-20.
16. *Oil Market Report – April 2023*. Available at: <https://www.iea.org/reports/oil-market-report-april-2023> [Accessed

12/12/2023]

17. Pakhomov S.V. (2022) *Sovershenstvovanie biznes-protsessa remonta tekhnologicheskogo oborudovaniya v gazovoi promyshlennosti na osnove sistemy pokazatelei otsenki rezul'tativnosti*. Doct. Dis. [Improving the business process of repairing technological equipment in the gas industry based on a system of performance assessment indicators. Doct. Dis.]. Moscow.
18. Sarsekov A. et al. (2022) First Ever Deployment of Production System Optimization Tool in Giant Carbonate Offshore Field in UAE – Laying the Foundation for Digital Oil Field. In: *International Petroleum Technology Conference*. Riyadh.
19. Sorokin V.S et al. (2021) Production optimiser pilot for the large artificially-lifted and mature samotlor oil field. In: *Society of Petroleum Engineers – SPE Russian Petroleum Technology Conference*.
20. *Stavka na tsifru: kak novye tekhnologii pomogut Arktike* [Bet on digital: how new technologies will help the Arctic]. Available at: <https://arctic-russia.ru/article/stavka-na-tsifru-kak-novye-tekhnologii-pomogut-arktike/> [Accessed 12/12/2023]
21. Wanasinghe T.R. et al. (2020) Digital Twin for the Oil and Gas Industry: Overview, Research Trends, Opportunities, and Challenges. *IEEE Access*, 8, pp. 104175-104197.
22. Yurak V.V., Polyanskaya I.G., Malyshev A.N. (2023) Otsenka urovnya tsifrovizatsii i tsifrovoi transformatsii neftegazovoi otrasli RF [Assessment of the level of digitalization and digital transformation of the oil and gas industry of the Russian Federation]. *Gornye nauki i tekhnologii* [Mining Sciences and Technologies], 8 (1), pp. 87-110.
23. Zelenin V.A. (2021) Problemy provedeniya remontnykh rabot na ob"ektakh neftegazovogo sektora v epokhu tsifrovoi ekonomiki [Problems of carrying out repair work at oil and gas sector facilities in the era of the digital economy]. In: *Kontseptsii i modeli intensivatsii predprinimatel'skoi deyatel'nosti: mirovye, natsional'nye i regional'nye trendy* [Concepts and models of intensification of entrepreneurial activity: world, national and regional trends]. Moscow: Dashkov i K Publ.
24. Zelenin V.A., Kirichenko O.S. (2023) Osobennosti outsorsinga pri provedenii remontnykh rabot oborudovaniya kompanii gazovoi otrasli [Features of outsourcing when carrying out repair work on equipment of gas industry companies]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal* [Moscow Economic Journal], 8, 7. Available at: <https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-7-2023-27/> [Accessed 12/12/2023]
25. Zhao Xianzheng et al. (2021) Research and Contemplation on How to Build Old Oilfields into Digital Intelligent Ones – Take Dagang Oilfield for Example. *Oil Forum*, 40 (5), pp. 1-8.