DOI: 10.54861/27131211_2023_4_36

УДК 338.49

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ: ТРЕНДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Чжан Тиншо, аспирант, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Жэнь Аминь, аспирант, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Аннотация. Целью статьи является определение ключевых тенденций использования цифровых технологий, а также выявление перспективных направлений их внедрения в нефтегазовой отрасли. Показано, что цифровая трансформация предприятий нефтегазового сектора является основным трендом развития, поскольку предоставляет возможности для повышения эффективности, сокращения затрат, обеспечения безопасности и устойчивости предприятий. Получен вывод о том, что капиталоемкие и рискованные характеристики нефтегазовой индустрии требуют реализации особого подхода к внедрению новых цифровых технологий, поскольку компании, входящие в данный сектор, должны иметь полное представление об ожидаемом эффекте инноваций для принятия обоснованного решения о внедрении. На основе анализа отчетов консалтинговой компании Deloitte, а также научных статей современных исследователей были выявлены перспективные направления цифровизации в сегменте апстрим (разведка и добыча). Показано, что в сейсморазведке наиболее целесообразна разработка инструментов глубокого анализа и интерпретации данных, получаемых в результате разведочных мероприятий. В сегменте эксплуатационного бурения перспективным направлением является интеграция данных из различных

информационных систем, включая системы контроля бурения, системы логирования при бурении, системы цементирования и т.д. Для обеспечения производственных операций необходимо внедрять стратегии многоуровневой цифровой интеграции.

Ключевые слова: цифровая трансформация, нефтегазовый комплекс, драйверы инноваций, цифровые технологии, факторы трансформации, инновационное развитие.

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE OIL AND GAS INDUSTRY: TRENDS AND PROSPECTS

Zhang Tingsho, PhD student, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

Ren Amin, PhD student, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

Abstract. The purpose of the article is to identify key trends in the use of digital technologies, as well as to identify promising areas for their implementation in the oil and gas industry. It is shown that the digital transformation of oil and gas sector enterprises is the main development trend, as it provides opportunities to increase efficiency, reduce costs, ensure the safety and sustainability of enterprises. It is concluded that the capital-intensive and risky characteristics of the oil and gas industry require a special approach to the introduction of new digital technologies, since companies in this sector must have a full understanding of the expected effect of innovations in order to make an informed decision on implementation. Based on the analysis of the reports of the consulting company Deloitte, as well as scientific articles by modern researchers, promising areas of digitalization in the upstream segment (exploration and production) were identified. It is shown that in seismic exploration it is most expedient to develop tools for in-depth analysis and interpretation of data obtained as a result of exploration activities. In the segment of

production drilling, a promising direction is the integration of data from various information systems, including drilling control systems, logging systems during drilling, cementing systems, etc. To ensure production operations, it is necessary to implement multi-level digital integration strategies.

Keywords: digital transformation, oil and gas complex, innovation drivers, digital technologies, transformation factors, innovative development.

JEL classification: O32, L52, M11.

Для цитирования: *Чжан Тиншо, Жэнь Аминь. Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли: тренды и перспективы // Прогрессивная экономика. 2023. № 4. С. 36–51.*

Введение

В современной энергетической индустрии, столкнувшейся с растущим спросом на нефть и необходимостью перехода к добыче в более сложных условиях, предприятия вынуждены постоянно модифицировать свои бизнес-модели, интегрируя инновационные технологии. Прогнозы Международного энергетического агентства указывают на ожидаемое увеличение мирового потребления нефти до рекордных 101,9 млн баррелей в сутки в 2023 году, а к 2026 году этот объем суточного потребления может увеличиться до 104,1 млн баррелей [13]. Для удовлетворения повышенного спроса предприятиям нефтегазового сектора необходимо активно развивать добычу труднодоступных запасов, совершенствовать существующие технологии и внедрять инновационные решения, где цифровые технологии играют в данном процессе ключевую роль.

Так, согласно результатам исследования консалтинговой фирмы Accenture, полная трансформация предприятия через цифровизацию играет решающую роль в обеспечении долгосрочной конкурентоспособности [12]. Эксперты консалтинговой компании McKinsey на основании анализа

финансовых показателей предприятий химической промышленности оценили величину эффекта цифровой трансформации. Внедрение цифровых технологий в производственные процессы позволяет увеличить величину прибыли до вычета процентов, налогов, износа и амортизации (EBITDA) на 8,5%–16,0% [9].

Наличие высокого потенциала цифровизации в обеспечении трансформации нефтегазовой отрасли обуславливает актуальность выбранной темы исследования.

Целью статьи является определение ключевых тенденций использования цифровых технологий, а также выявление перспективных направлений их внедрения в нефтегазовой отрасли.

Обзор литературы

Проблемы нефтегазовой отрасли, обуславливающие необходимость проведения масштабных трансформаций бизнес-процессов, рассматриваются в статьях Чжан Дали [6], И.А. Горбова, Е.С. Гаврилюк [3], Р.Х. Азиевой [1] и др. Чжан Дали в результате анализа ключевых тенденций в нефтегазовой индустрии приходит к выводу, что предприятия сталкиваются с проблемой увеличения себестоимости добычи нефтепродуктов вследствие роста стоимости процедур поиска месторождений, повышением трудоемкости и капиталоемкости процессов добычи, удорожанием транспортировки, а также снижением качества добываемой нефти на уровне физико-химических свойств [6]. И.А. Горбов и Е.С. Гаврилюк в статье указывают, что на фоне конкуренции со стороны альтернативных источников энергии, нефтегазовый сектор вынужден пересматривать свои стратегии и подходы к обеспечению энергетических потребностей общества. Растущее присутствие альтернативных технологий и источников энергии на рынке побуждает нефтегазовые компании искать пути достижения конкурентоспособности посредством повышения эффективности, сокращения деструктивного воздействия на окружающую среду и реализации стратегий инновационного развития [3].

С точки зрения Р.Х. Азиевой, цифровая трансформация является ключевой тенденцией развития предприятий нефтегазового комплекса. Одним из катализаторов цифровизации в нефтегазовом комплексе является стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий, обеспечивающих доступ к большим объемам данных, аналитическим инструментам и вычислительной мощности, позволяя компаниям эффективнее управлять и оптимизировать свои производственные процессы, добычу, логистику и операции на всех этапах цепочки поставок. Цифровизация оказывает влияние на функционирование и операционную деятельность компаний нефтегазового сектора, охватывая весь спектр операций, начиная от добычи и обработки нефти до управления бизнес-процессами и взаимодействием с потребителями [1].

Экономические эффекты цифровизации нефтегазового комплекса исследуют Д.В. Швечихин, М.А. Шейкина [7], О.Е. Малых, Ю.В. Ходковская [4], А.М. Молчанов [5] и др. С точки зрения данных авторов, цифровая трансформация позволяет значительно улучшить финансовые показатели нефтегазовых компаний. Цифровые решения позволяют оптимизировать производственные процессы, улучшить планирование и управление, сократить временные затраты и минимизировать ошибки. Анализ больших данных и применение алгоритмов машинного обучения позволяют более точно прогнозировать спрос, цены на нефть и иные важные факторы, что повышает эффективность управления запасами и планирования [5]. Цифровые технологии позволяют более точно контролировать процессы добычи и оптимизировать показатели отдачи месторождений [7]. Также внедрение цифровых технологий оказывает значительное влияние на капитализацию нефтегазового сектора, способствуя увеличению стоимости компаний [4].

В результате анализа примеров использования цифровых технологий на предприятиях нефтегазового комплекса составлена таблица 1, отражающая эффекты использования наиболее популярных цифровых технологий в данном секторе экономики.

Таблица 1

Ключевые направления цифровизации предприятий нефтегазового комплекса

Цифровая технология	Эффект технологии
Большие данные (Big Data) и интеллектуальная аналитика	Сбор и анализ огромных объемов данных из различных источников позволяют компаниям принимать более обоснованные решения. Отслеживание показателей производства, потребления, цен на нефть, а также метеорологических и геологических данных помогает оптимизировать добычу, логистику и бизнес-процессы.
Интернет вещей (IoT)	Системы IoT позволяют мониторить состояние оборудования в реальном времени, выявлять неисправности и предотвращать аварии. Системы IoT позволяют сократить время простоев оборудования и усилить безопасность на объектах.
Искусственный интеллект (ИИ)	Искусственный интеллект используется для прогнозирования производственных показателей, оптимизации добычи, анализа данных и автоматизации ряда задач. ИИ позволяет выявить паттерны и тренды, которые сложно обнаружить вручную.
Облачные вычисления	Облачные платформы позволяют хранить и обрабатывать большие объемы данных без необходимости в больших капитальных вложениях в цифровую инфраструктуру.
Роботизация и автоматизация	Автоматизация производственных процессов, начиная от добычи до логистики, позволяет сократить негативное влияние человеческого фактора, увеличить точность и оперативность действий, а также сократить операционные затраты.
Виртуальная (VR) и дополненная реальность (AR)	Виртуальная и дополненная реальность используются для обучения персонала, визуализации геологических данных, планирования и моделирования новых проектов.

Источник: составлено авторами по данным [4; 5; 7]

Основываясь на представленном обзоре научных источников, можно прийти к выводу, что потенциальные преимущества перехода на цифровые технологии заключаются в повышении производительности, безопасности операций и экономия средств. Кроме того, для нефтегазовых компаний одним из преимуществ внедрения цифровых технологий является достижение устойчивости. На основании анализа текстов статей, рассмотренных в данном обзоре научных источников, выделены ключевые темы и понятия, которые представлены в виде облака тегов (см. рис.1). Облако тегов представляет собой графическое отображение этих ключевых слов, где размеры и

расположение слов отражают их важность и частоту употребления в текстах рассматриваемых научных статей.

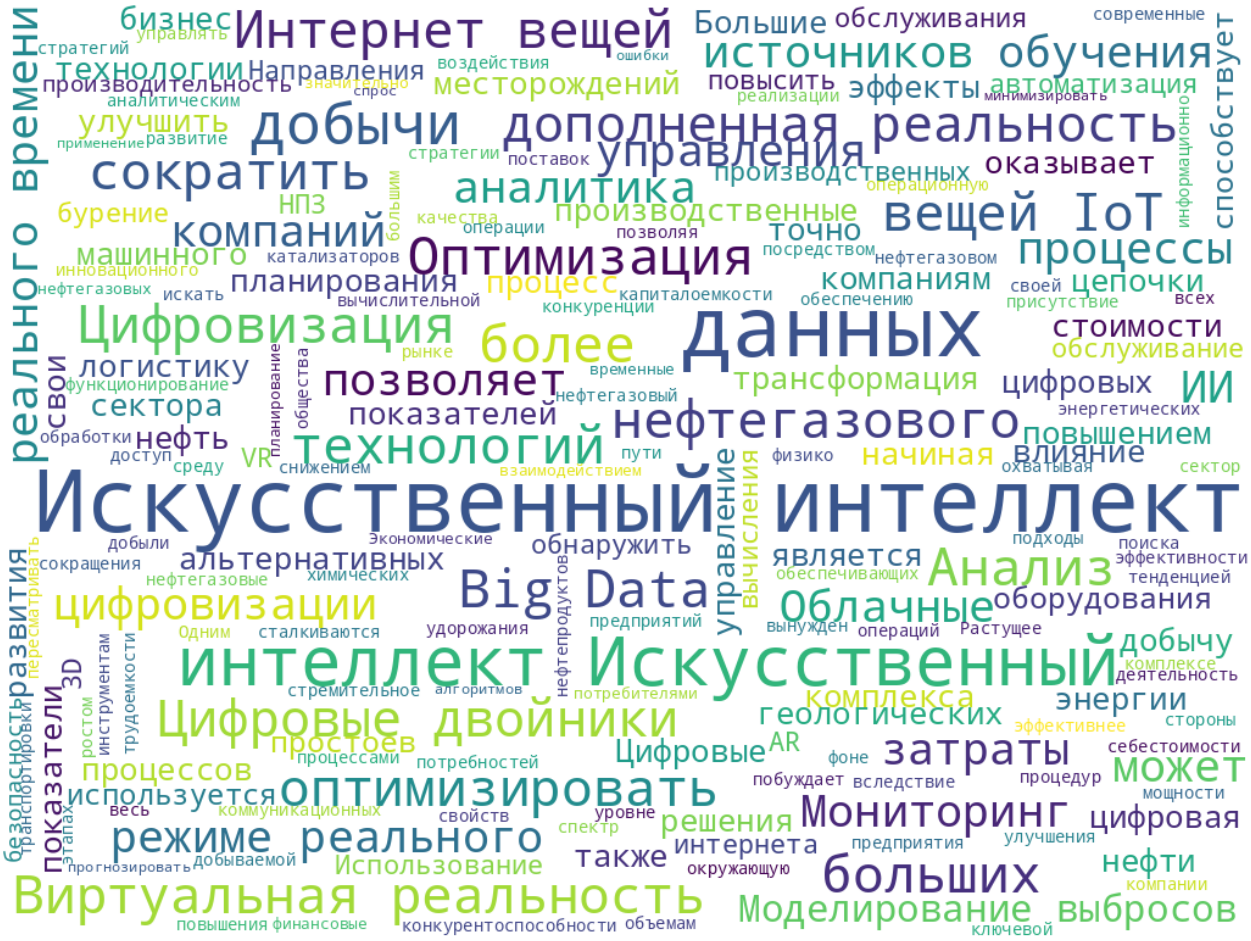


Рис. 1. Ключевые понятия, рассмотренные в статьях, посвященных цифровой трансформации нефтегазовой отрасли

Источник: составлено авторами

Анализируя данное облако тегов, можно сделать вывод, что основные темы, рассматриваемые в данных статьях, связаны с необходимостью трансформаций бизнес-процессов на основе использования цифровых технологий, таких как большие данные, интернет вещей, искусственный интеллект, облачные вычисления, виртуальная и дополненная реальность, цифровые двойники и др. Целью цифровой трансформации является повышение эффективности на фоне конкуренции со стороны альтернативной энергетики и повышения себестоимости добычи ресурсов.

Материалы и методы исследования

В исследовании использованы материалы научных статей, а также аналитические отчеты консалтинговой компании Deloitte. Статья основывается на применении методов анализа, синтеза, сравнения, обобщения, аналогии, сопоставления, абстрагирования и др. Результатом анализа является определение перспективных направлений цифровизации на примере сектора апстрим, а также оценка ожидаемого эффекта цифровых технологий.

Результаты и обсуждение

В нефтегазовой отрасли, как и в других сферах, выбор оптимальных стратегий цифровой трансформации является ключевым фактором для достижения глобальных целей. Однако не всегда инициативы в этом направлении оказываются успешными из-за плохого управления и недостатка связности между различными действиями. Причины низкого качества управления и несвязности проектов цифровизации нефтегазового комплекса исследуют J. Fernandez-Vidal, R. Gonzalez, J. Gasco и J. Llopis. Авторами было проведено 26 интервью с руководителями высшего звена выборочных энергетических компаний, на основании которых были выявлены следующие проблемы: отсутствие четкой стратегии, фрагментированность подходов, отсутствие необходимых компетенций и поддержки высшего руководства, недостаточная коммуникация и сопротивление изменениям [10].

Таким образом, в отсутствии согласованных стратегий цифровой трансформации, разрозненные и точечные проекты цифровизации могут быть несвязанными и не способствовать достижению общих целей цифровизации предприятий нефтегазового комплекса. Отсутствие опыта и компетенций в управлении цифровой трансформацией может привести к неправильной организации и реализации проектов, а без активной поддержки руководства компании, цифровая трансформация может остаться на уровне отдельных инициатив, не получив широкого внимания и ресурсов. Сложности внедрения новых технологий как правило вызывают сопротивление со стороны

персонала и создают препятствия для успешной трансформации, а отсутствие эффективной коммуникации между различными участниками процесса, является одной из причин потери эффективности [10].

Согласно отчету консалтинговой компании Deloitte, быстрые изменения в цифровом мире затрудняют цифровую трансформацию нефтегазовой отрасли. Несмотря на то, что быстрое прототипирование новых цифровых технологий приемлемо во многих секторах экономики, капиталоемкие предприятия нефтегазового сектора, не могут полагаться на методы проб и ошибок в реализации проектов, поскольку апробация новых технологий обходится существенно дороже, чем в других секторах экономики [11]. Отчет консалтинговой компании Deloitte выявляет существующие сложности цифровой трансформации нефтегазовой отрасли. Капиталоемкие и рискованные характеристики данной индустрии требуют особого подхода к внедрению новых цифровых технологий, компании сектора должны иметь полное представление об ожидаемом эффекте инноваций, чтобы принимать решение о внедрении. Также данные отчета указывают на то, что цифровизация должна производиться комплексно, то есть охватывать большую часть бизнес-функций.

На основе отчета консалтинговой компании Deloitte [11], рассмотрим перспективные направления цифровизации на примере компаний нефтегазового сектора, ведущих деятельность в сегменте разведки и добычи. Согласно A. Cunha и соавторам, высоким потенциалом создания ценности обладает сейсморазведка. В современной сейсморазведке применяются стандартизированные данные, алгоритмы и высокопроизводительные компьютеры, позволяющие анализировать геологические [1].

Целью блока сейсморазведки является более эффективное использование доступных ресурсов и максимизация прибыльности компании. Сейсмические исследования могут помочь выявить не только коммерчески значимые запасы, но и скрытые, неполностью разработанные ресурсы, которые при правильной оптимизации могут стать прибыльными.

Сейсморазведка позволяет более точно оценить экономическую прибыльность разработки определенных месторождений, на основе данных разведки выявляются ресурсы, которые не приносят достаточной прибыли или являются убыточными. Выявление субкоммерческих или маргинальных ресурсов позволяет перераспределить капиталовложения в более перспективные проекты, что повышает эффективность использования инвестиций и снижает риски [11]. Таким образом, сейсморазведка позволяет нефтегазовым компаниям оптимизировать ресурсный портфель что обеспечивает достижение эффективности и прибыльности (см. табл. 2).

Цифровой скачок в сейсморазведке должен включать в себя ряд инноваций и технологических изменений, которые могут значительно улучшить эффективность, точность и скорость проведения сейсмических исследований. С точки зрения Р.Х. Азиевой, наиболее перспективным направлением развития является разработка инструментов глубокого анализа и интерпретации данных, получаемых в результате разведочных мероприятий. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения позволит производить интерпретацию и предлагать рекомендации [2].

Целью цифровой трансформации в сегменте эксплуатационного бурения является преодоление проблем, связанных с разрозненностью данных и поиск возможностей повышения рентабельности инвестиций в цифровые технологии. Эксперты консалтинговой компании Deloitte указывают на необходимость создания общих стандартов данных, что позволит обеспечить совместимость и интеграцию между информационными системами, а также обеспечить необходимый уровень доходности от инвестиций в цифровые решения. Цифровой скачок предоставляет возможность интеграции разнообразных данных из различных систем, включая системы контроля бурения, системы логирования при бурении, системы цементирования и др. для более эффективного мониторинга процессов бурения. В результате преодоления существующих ограничений, цифровая трансформация позволит усилить использование расширенной аналитики данных, что позволит

получать экономические выгоды за счет оптимизации операций, сокращения расходов и повышения эффективности (см. табл. 2) [11].

Ключевой целью цифрового скачка в сегменте производственных операций является оптимизация работы существующих активов, которые находятся в эксплуатации долгое время. Поскольку наибольшая часть добычи в нефтегазовой индустрии приходится на месторождения, добывающие ресурсы более 25 лет, цифровые технологии позволяют повысить эффективность и продолжительность их продуктивной работы. Внедрение цифровых решений может повысить надежность и безопасность производственных операций, предотвращая сбои, улучшая мониторинг состояния оборудования и снижая риски кибератак. Цифровой скачок в данном сегменте позволяет оптимизировать операции на производственных объектах, снизив расходы на обслуживание и ремонт оборудования, а также энергопотребление (см. табл. 2) [11].

Таблица 2

Ожидаемая ценность перспективных цифровых технологий в нефтегазовом секторе

Сегмент	Цель	Предлагаемый цифровой скачок	Ожидаемая ценность
Сейсморазведка	Корректировка портфеля ресурсов, включая выявление субкоммерческих, маргинальных ресурсов, которые снижают прибыльность и блокируют значительный капитал.	Разработка инструментов глубокого анализа и интерпретации данных, получаемых в результате разведочных мероприятий.	Более высокие показатели освоения месторождений, повышение точности интерпретации данных.
Эксплуатационное бурение	Совместное сотрудничество компаний для достижения операционных преимуществ и повышения рентабельности инвестиций в	Интеграция данных из различных информационных систем, включая системы контроля бурения, системы логирования при бурении, системы цементирования и др.	Снижение затрат на бурение и эксплуатацию месторождений. Повышение операционной эффективности и создание потоков

	цифровые технологии.		дополнительных доходов.
Производственные операции	Оптимизация работы существующих активов, которые находятся в эксплуатации долгое время.	Разные уровни цифровой интеграции: от установки распределенных датчиков на месторождениях с высоким потенциалом до использования стандартных автоматизированных и мониторинговых решений на объектах с низким потенциалом.	Дополнительные денежные, экономия на отказах оборудования, ремонтах, потреблении энергии и др.

Источник: составлено авторами по данным [2; 11]

Таким образом, можно прийти к выводу, что внедрение перспективных цифровых технологий в сейсморазведку позволяет нефтегазовым компаниям оптимизировать свой портфель ресурсов обеспечить более эффективное развитие бизнеса. Общим результатом цифрового скачка в эксплуатационном бурении является улучшение операционной эффективности, снижение затрат и создание новых потоков доходов для нефтегазовых компаний. Цифровой скачок в производственных операциях нефтегазового сектора направлен на оптимизацию работы существующих активов, повышение надежности и безопасности операций, а также снижение операционных затрат.

Заключение

В условиях современных глобальных динамических изменений особенно важным становится внедрение цифровых технологий в нефтегазовый сектор экономики. Цифровая трансформация является ключевым трендом развития данной отрасли, а ее значимость обусловлена широкими возможностями применения цифровых технологий в обеспечении повышения эффективности добычи и использования нефти, возможностях управления затратами, а также обеспечения сохранения конкурентоспособности на рынке.

На основе анализа данных, представленных в отчетах ведущей консалтинговой организации Deloitte и исследовательских работ современных специалистов, выявлены перспективные направления цифровизации в апстрим-сегменте нефтегазовой индустрии. Согласно данным источникам, в области сейсморазведки значимой является разработка инструментов глубокого анализа и интерпретации данных, получаемых в результате геофизических исследований. В рамках сегмента эксплуатационного бурения важным направлением является интеграция данных из разнообразных информационных систем, таких как системы контроля бурения, системы логирования в процессе бурения, а также системы цементирования. Данные мероприятия способствуют улучшению производственных процессов и оперативного мониторинга.

В сфере производственных операций важно внедрение стратегий многоуровневой цифровой интеграции, учитывая индивидуальные особенности каждого месторождения. Например, применение цифровых технологий может включать установку распределенных датчиков на месторождениях с высоким потенциалом для получения точных данных о условиях добычи как над, так и под поверхностью. С другой стороны, для объектов с низким потенциалом отдачи актуальными могут быть более дешевые стандартные автоматизированные и мониторинговые решения.

Проведенный анализ показал, что процессы цифровизации охватывают различные сферы нефтегазовой индустрии, для каждой из которых существуют конкретные перспективные направления, направленные на повышение эффективности и оптимизацию операций.

Литература

1. Азиева Р.Х. Мониторинг результатов цифровой трансформации в нефтегазовой отрасли // Естественно-гуманитарные исследования. 2022. № 40 (2). С. 21–29.

2. Азиева Р.Х. Оценка экономического эффекта от использования цифровых технологий в нефтегазовой отрасли // Креативная экономика. 2022. Т. 16. № 8. С. 3225–3240.

3. Горбов И.А., Гаврилюк Е.С. Исследование драйверов цифровой трансформации нефтегазовой отрасли // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2022. № 2. С. 49–62.

4. Малых О.Е., Ходковская Ю.В. Влияние цифровых технологий на капитализацию нефтегазового бизнеса // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2020. № 4 (34). С. 66–71.

5. Молчанов А.М. Цифровая трансформация в бизнес-моделях нефтяных компаний: практика, тенденции и перспективы // Актуальные исследования. 2022. № 45 (124). С. 102–105.

6. Чжан Дали. Проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли // Прогрессивная экономика. 2022. № 11. С. 18–29.

7. Швечихин Д.В., Шейкина М.А. Повышение эффективности, безопасности и управляемости производственных процессов транспортировки нефти // Вестник университета. 2022. № 3. С. 84–89.

8. Cunha A., Pochet A., Lopes H., Gattass M. Seismic fault detection in real data using transfer learning from a convolutional neural network pre-trained with synthetic seismic data // Computers & Geosciences. 2019. P. 1–21.

9. End-to-end digital transformations for chemical companies. URL: https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/end-to-end-digital-transformations-for-chemical-companies.

10. Fernandez-Vidal J., Gonzalez R., Gasco J., Llopis J. Digitalization and corporate transformation: The case of European oil & gas firms // Technological Forecasting and Social Change. 2022. № 174. P. 1–19.

11. From bytes to barrels. The digital transformation in upstream oil and gas. URL: https://www.deloitte.com/content/dam/assets-shared/legacy/docs/industry/energy-resources-industrials/2022/gx-online-from-bytes-to-barrels.pdf.

12. Oil and Gas Leaders Taking Holistic Approach to Reinvention by Balancing Energy Security and Sustainability. URL: https://newsroom.accenture.com/news/oil-and-gas-leaders-taking-holistic-approach-to-reinvention-by-balancing-energy-security-and-sustainability-accenture-report-finds.htm.

13. The IEA Oil Market Report. URL: https://www.iea.org/reports/oil-market-report-april-2023.

References

1. Azieva R.H. Monitoring rezul'tatov cifrovoj transformacii v neftegazovoj otrasli // Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya. 2022. № 40 (2). S. 21–29.

2. Azieva R.H. Ocenka ekonomicheskogo effekta ot ispol'zovaniya cifrovyh tekhnologij v neftegazovoj otrasli // Kreativnaya ekonomika. 2022. T. 16. № 8. S. 3225–3240.

3. Gorbov I.A., Gavrilyuk E.S. Issledovanie drajverov cifrovoj transformacii neftegazovoj otrasli // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskij menedzhment. 2022. № 2. S. 49–62.

4. Malyh O.E., Hodkovskaya YU.V. Vliyanie cifrovyh tekhnologij na kapitalizaciyu neftegazovogo biznesa // Vestnik UGNTU. Nauka, obrazovanie, ekonomika. Seriya: Ekonomika. 2020. № 4 (34). S. 66–71.

5. Molchanov A.M. Cifrovaya transformaciya v biznes-modelyah neftyanyh kompanij: praktika, tendencii i perspektivy // Aktual'nye issledovaniya. 2022. № 45 (124). S. 102–105.

6. CHzhan Dali. Problemy i perspektivy razvitiya neftegazovoj otrasli // Progressivnaya ekonomika. 2022. №11. S. 18–29.

7. SHvechihin D.V., SHejkina M.A. Povyshenie effektivnosti, bezopasnosti i upravlyaemosti proizvodstvennyh processov transportirovki nefti // Vestnik universiteta. 2022. № 3. S. 84–89.

8. Cunha A., Pochet A., Lopes H., Gattass M. Seismic fault detection in real data using transfer learning from a convolutional neural network pre-trained with synthetic seismic data // Computers & Geosciences. 2019. P. 1–21.

9. End-to-end digital transformations for chemical companies. URL: https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/end-to-end-digital-transformations-for-chemical-companies.

10. Fernandez-Vidal J., Gonzalez R., Gasco J., Llopis J. Digitalization and corporate transformation: The case of European oil & gas firms // Technological Forecasting and Social Change. 2022. № 174. P. 1–19.

11. From bytes to barrels. The digital transformation in upstream oil and gas. URL: https://www.deloitte.com/content/dam/assets-shared/legacy/docs/industry/energy-resources-industrials/2022/gx-online-from-bytes-to-barrels.pdf.

12. Oil and Gas Leaders Taking Holistic Approach to Reinvention by Balancing Energy Security and Sustainability. URL: https://newsroom.accenture.com/news/oil-and-gas-leaders-taking-holistic-approach-to-reinvention-by-balancing-energy-security-and-sustainability-accenture-report-finds.htm.

13. The IEA Oil Market Report. URL: https://www.iea.org/reports/oil-market-report-april-2023.